TRATTATO

TEORICO E PRATICO

DELL'ARTE

DI EDIFICARE

DI

G. RONDELET

TRATTATO

TEORICO E PRATICO

DELL' ARTE

DI EDIFICARE

DI

GIOVANNI RONDELET

Architetto, Cavaliere della Legione d' onore; Membro dell' Istituto di Francia; Membro onorario del Comitato consultivo delle fabbriche della Corona; Ispettore generale onorario dei Lavori pubblici, e Membro onorario del Consiglio dei Fabbricati civili presso il Ministro dell' Interno; Professore emerito di Costruzione alla Scuola Reale di Belle Arti; Socio dell' Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Lione; Membro onorario dell' Accademia di S. Luca a Roma; Socio libero dell' Accademia Imperiale di Pietroburgo e di molte altre dotte Società.

PRIMA TRADUZIONE

ITALIANA

SU LA SESTA EDIZIONE ORIGINALE
CON NOTE E GIUNTE IMPORTANTISSIME

PER CURA

DI BASILIO SORESINA

SECONDA EDIZIONE

TOMO III.

PARTE SECONDA

MANTOVA
A SPESE DELLA SOCIETA' EDITRICE
MDCCCXXXIV

LIBRO SESTO

COSTRUZIONI IN LEGNAME MINUTO

SEZIONE PRIMA

DISPOSIZIONE DEI RIVESTIMENTI E DELLE SCALE IN LEGNAME MINUTO

Nozioni preliminari sui legni da falegname.

L'arte del falegname consiste nel lavorare i legni, unirli, e farne diverse opere di utile o di decorazione pei bisogni dell'architettura. Dividesi ordinariamente quest'arte in due parti; la prima comprende tutte le opere applicate ai muri, alle volte, ai palchi, alle soffitte, e generalmente a tutte le costruzioni fisse eseguite secondo i processi dell'arte; e tutte queste diconsi *opere fisse;* la seconda abbraccia tutti i lavori da falegname che servono a chiudere a piacere le aperture fatte nei muri degli edifici, onde introdurre o lasciar penetrare la luce, e sono indicati col nome di *opere mobili.*

L'arte del falegname risale al certo, come quella del carpentiere, alla più alta antichità, e tutto induce a credere che anche in questo genere gli antichi abbiano toccato lo stesso grado di perfezione che in oggi osservasi in quelle opere loro alle quali la materia ha conservata l'esistenza fino a noi.

Secondo la testimonianza di Vitruvio (1), si vede che i Romani non impiegavano i lavori da falegname che per le porte, pei soffitti e per le separazioni nell'interno degli edifici, onde li chiamavano *opus intestinum.* Divenuta quest'arte un mezzo di risanare le abitazioni nei nostri climi, prese fra noi un grande sviluppo, e l'architettura ne ha tratto spesso il maggior partito per la decorazione.

(1) Libro IV, Capo IV; e Libro VI, Capo VII.

Qualità dei legni più generalmente impiegati nelle opere da falegname per le fabbriche, dette opere di commessione.

(1) I legni più generalmente impiegati dai falegnami sono la quercia tenera e la dura, il castagno, il noce, il faggio, l'abete ed il pioppo.

DELLA QUERCIA

Le qualità del legno sono più o meno variabili negli alberi di uno stesso genere, ma in fatto di legno da falegname, quasi la sola quercia esige una scelta particolare. Infatti, oltre la varietà esistente nelle specie di quercie, questi legni presentano anche rimarcabili differenze nelle loro qualità in ragione della natura del suolo che gli ha prodotti. Così nelle due specie di legno duro che noi impieghiamo in Francia, quello che dicesi *legno francese* o *nostrale*, e che viene dal Borbonnese è duro, nodoso, a contrappelo e difficile da lavorare (2): il suo colore è grigio pallido, si curva facilmente e può convenire alle sole opere grossolane che esigono unicamente la solidità. Si deve soprattutto aver cura di non impiegarlo mai per specchiature perchè sarebbero soggette a fendersi ed a curvarsi. L'altro che si trae dalla Sciampagna è meno duro e nodoso del precedente; esso è di color giallo e si può impiegare per le specchiature quando è ben secco, e quando dopo averlo segato in tavole od assicelle si è lasciato per qualche tempo all'aria.

Il legno tenero è quello che ci viene dalla Lorena o dai *Vosges*: differisce dai primi non solo per essere più tenero, di tessuto più floscio, e quasi sempre senza nodi e rugosità; ma anche pel suo colore che è bellissimo, il più tenero essendo di un giallo chiaro sparso di tacche rossiccie. Quest'ultimo non deve impiegarsi che nelle specchiature e negli intagli, ma giammai per pezzi principali, mentre essendo assai grasso, le sue fibre troppo brevi l'esporrebbero a spezzarsi.

(1) L'opera di Roubo il figlio, sull'arte del falegname, contiene in mezzo ad una folla di dettagli di un gusto ora fuori di moda, una serie di osservazioni pratiche, alcune delle quali sono proprie di quest'arte, e che è essenziale il conoscere. Ciò che si leggerà è estratto in parte da questo autore che avremo molte occasioni di citare in questo libro.

(2) Secondo Vitruvio (Libro II. Cap. IX) queste sono le qualità del *quercus* o quercia propriamente detta. Non è inutile osservare di passaggio che il *larix* e l'abete, *sapinea*, sono i legni più particolarmente indicati da quest'autore per le opere da falegname.

Il legno di Fontainebleau sta di mezzo fra il legno francese e quello dei Vosges; è meno duro che il primo, meno tenero che il secondo, onde è attissimo alle intelajature ed alle cornici: si lavora facilmente e si pulisce meglio che il legno dei Vosges, che essendo troppo grasso ha i pori assai allargati e rimane sempre scabro qualunque sia la precauzione usata nel lavorarlo.

Il difetto del legno di Fontainebleau è di essere soggetto ad una specie di verme che vi pratica fori grossi un dito e lunghi cinque o sei pollici ed anche più, i quali non si scoprono talvolta che quando il lavoro è quasi compiuto; è soggetto inoltre a spaccarsi pel mezzo onde non è atto che pei telaj e quasi mai per le specchiature. Il suo colore alquanto più scuro di quello dei Vosges è bellissimo; la grana è più compatta e i suoi pori meno aperti.

Si fa uso pure della quercia del Nord detta di Olanda che non differisce dal legno dei Vosges che per la maniera ond'è segato.

DELL'ABETE

L'abete, siccome abbiamo detto nel primo libro, è atto al pari della quercia alle opere da carpentiere e da falegname; conviene però osservare che questo legno non acquista sempre dovunque lo stesso grado di qualità. Gli abeti che si adoprano a Parigi sono tratti dall'Auvergne e dai Vosges; il primo ha molti nodi e si lavora difficilmente, l'altro ne ha meno ed è più unito: ma tutti e due sono alterati dai tagli che vi si fanno per estrarne la resina. Questo legno in tale stato suole scaldarsi ed essere mangiato dai vermi; non si deve impiegare che in opere leggiere, come tavolette, tramezze e picciole ante, mentre le altre opere costerebbero sempre troppo, avuto riguardo alla loro poca durata e cattiv'uso. Si guarentiscono però da una troppo pronta distruzione coprendoli di pittura ad olio (1).

(1) V' è una specie di abete usato di rado a Parigi, ed è quello che dicesi *abete rossigno* di Olanda. La sua qualità sorpassa di molto quella degli abeti di cui abbiamo parlato: difatti esso ha non solo una solidità quasi eguale a quella della quercia ma è anche di un colore più gradevole ed ha delle vene macchiate che fanno un bell'effetto; il qual vantaggio gli permette, più che ad ogni altro albero indigeno, d'essere impiegato senza bisogno di pittura. Si lavora bene al pari delle nostre quercie e pesa molto meno. La sua durata è maggiore, perchè prima d'essere tagliato, non è inciso come quelli d' Auvergne e di Lorena.

Questa specie di abete si trae per la maggior parte dalla Norvegia; si trasporta dall'Olanda sulle nostre coste e fino a quelle della Bretagna dai vascelli mercantili che venendo a caricare si stivano di tali legni, che perciò sono comuni e poco cari in questi paesi.

DEL PIOPPO

Dopo la quercia e l'abete, il pioppo è il legno più comunemente usato dai falegnami. Se ne distinguono moltissime specie; ma in difetto di quelli d'Italia, del quale si è parlato nel Primo Libro, il pioppo bianco ed il grigiastro d'Olanda sono quelli che si adoprano a Parigi. Quando sono ben secchi e scelti si preferiscono talvolta all'abete, e specialmente il grigiastro, perchè avendo i pori più serrati si lavora generalmente con maggiore proprietà e solidità.

Riguardo al castagno, all'olmo, al noce ed agli altri legni che possedono in generale tutte le qualità requisite per le opere da falegname, ma di un uso abbastanza raro nelle costruzioni dette da commessura, crediamo di non dover aggiugnere nulla a ciò che è stato detto sopra essi nella conoscenza dei materiali.

Istruzione sulla scelta del legno da poter mettere in opera.

I legni da falegname debbono essere perfettamente sani; tagliati vivi da cinque, dieci o anche da quindici anni, in ragione della loro durezza e della perfezione che esigono i lavori; debbon essere segati pel lungo, senza alburno, senza nodi viziosi, senza imporriture, senza gelicidj, senza tarli e senza ruggine.

Gli alberi morti sul piede non possono produrre che un pessimo legno, poichè essendosi diseccata l'umidità e ritirato sul succhio, rimane troppo vuoto fra i suoi pori, il che lo rende debole, facile a degradarsi, a spezzarsi e corrompersi prontamente: troppo freschi, i legni si diseccano prestissimo in opera onde divengono troppo permeabili per le variazioni della temperatura, e produce un continuo sforzo nelle opere da falegname.

L'alburno, le buccie, i nodi viziosi, i gelicidj, i tarli, la ruggine, e le imporriture sono assai facili da riconoscere, ond'è inutile destar l'attenzione su questi difetti. Non è così riguardo gli altri e non si ha

Sarebbe da desiderare che se ne introducesse l'uso nella Capitale; starebbe fra la quercia e i nostri abeti tanto per la solidità quanto pel peso. Se ne sentirebbe il vantaggio per quelle opere ove la quercia diviene troppo pesante, e l'abete troppo debole (*Morisot*, Tavole dei prezzi delle opere di costruzione).

mai bastante cura per iscoprirli ed evitarli. Così quelle specie di vene grosse rosse e bianche, più tenere che il rimanente del legno, e che si corrompono d'ordinario sollecitamente debbono essere levate con diligenza. Le *accerchiature* sono mancanze di legame nel legno fra l'aumento di un anno e quello del precedente, in guisa che esso si separa da sè stesso: si vede quanto è importante il rifiutare quei legni che sono affetti in tal modo.

I gruppi e le fistole possono pure essere compresi nel numero dei difetti del legno quando si tratta di lavori di una ricercata esecuzione, come sono le decorazioni architettoniche.

I gruppi sono come piccioli nodi che non fanno altro che ledere la superficie del legno che sfigurano, senza metterlo perciò fuori di servigio.

Ciò che dicesi fistola è la traccia che talvolta incontrasi dei colpi di stromenti, come sono le ascie, gli scalpelli, ecc.

Talvolta le fistole non sono che i fori fatti da palle di fucile.

Esame delle diverse maniere di segare i legni.

Nel primo libro di quest'opera abbiamo trattato della conoscenza dei legni impiegati in pezzi nelle armature, tanto sotto i rapporti della loro formazione, natura e preparazione, quanto relativamente alle loro qualità, alla forza ed alle proprietà; ma siccome nell'arte del falegname non si adoprano che legni segati, è necessario entrare in qualche particolarità sugli effetti risultanti dalla divisione che subiscono per essere appropriati agli usi di quest' arte.

« (1) A prima vista nulla sembra più semplice del segare il legname » destinato a far tavole, dice Hassenfratz nel suo *Trattato dell'Arte del* » *Carpentiere:* determinata che sia la posizione in cui dev'essere segato » il legno, Tavola CXXXI, tutto sta nel tracciare le linee che abbiano » fra loro i rapporti dati per la grossezza delle tavole, se gli alberi sono » della conveniente grossezza, e nel distribuire gli *scorzi* (2) quando gli

(1) *Trattato dell' arte del Carpentiere*, approvato dall' Istituto Nazionale delle *Arti e Mestieri*, pubblicato dall' Accademia delle Scienze. Parigi, Firmin Didot, 1804.

(2) Si chiamano *scorzi* le prime tavole levate dal corpo dell'albero per isquadrarlo dopo averne levato la pura scorza, come nelle figure 2, 3 e 4.

Quando il diametro dell'albero è troppo considerevole e si teme che gli scorzi divengano troppo grossi, si dividono in due e si ha un'altro pezzo detto *controscorza*, cioè quello che è fra lo scorzo

» alberi sono più grossi di quello che esige la larghezza della tavola.
» Questo metodo praticato pei legni ordinarii soffre qualche variazione
» quando si vogliono aver tavole scelte, che si puliscano facilmente, che
» non si storcano e non si curvino se non il meno possibile, e le cui
» influenze igrometriche sieno debolissime; in questo caso fa duopo de-
» terminare la posizione del legno secondo la direzione delle fibre.

» Esaminando i tronchi degli alberi si distinguono due specie di
» segni, la prima è quella degli strati od aumenti annui, e la seconda
» quella delle fenditure che si fanno durante il diseccamento. I primi
» sono curve presso a poco concentriche, figura 1; i secondi sono retti
» e nella direzione dal centro alla circonferenza; questi si chiamano
» *maglie*.

» Tagliando i legni, com'è indicato nelle figure 2, 3 e 4, si otten-
» gono tavole variatissime; quelle del centro sono nella direzione della
» maglia A, figure 2, 3, 4 e 10, ma le tavole delle estremità D sono
» tagliate dalla maglia; queste sono molto soggette a fendersi durante
» il diseccamento, D, figura 10, ed a divenir difettose; hanno anche il
» difetto di diseccarsi inegualmente, figura 11, e di curvarsi nella larghezza.

» Quelle linee che si vedono sul tronco degli alberi nella direzione
» dal centro alla circonferenza, sembrano essere formate dal prolunga-
» mento del tessuto cellulare che porta alla scorza i liquidi interni di
» cui sono pieni i legni; questa sostanza ha più affinità per l'acqua che
» tutto il restante del legno. Quando i corpi sono tagliati nella sua di-
» rezione presentano delle faccie brillanti chiamate *miroirs* in alcuni paesi,
» maglie in altri, d'onde si è tratta la denominazione di segar sulla maglia.

» Sembra che le maglie sieno le principali sostanze igrometriche del
» legno; si gonfiano quando sono penetrate dall'acqua e si comprimono
» nel diseccarsi. Quando le maglie sono nella direzione della tavola, le
» variazioni igrometriche non hanno luogo che nel suo spessore e le
» superficie non ne soffrono punto; ma quando le maglie attraversano
» le tavole nella loro grossezza e le tagliano come nella figura 11, al-
» lora le variazioni igrometriche si fanno nella loro larghezza, d'onde
» avvengono le restrizioni considerevoli che presentano talvolta, le fen-
» diture, gli storcimenti e le curvature che prendono quando sono isolate.

ed il vivo del legno, come nelle figure 3 e 4, assai prossimi alla superficie dell'albero, non hanno alburno che alle estremità, mentre gli scorzi ne hanno su tutta la parte convessa. Si vedrà più innanzi che questi legni non possono essere impiegati per le specchiature.

» Per evitare i difetti prodotti dal metodo di segare i tronchi d'al-
» beri in direzioni perpendicolari alla maglia, come D, figura 10, si sono
» immaginati più mezzi. Moreau, antico mercante di legname a Parigi, ha
» proposto e fatto eseguire la divisione indicata nelle figure 5 e 6 che
» presenta il doppio vantaggio di aver tavole di tutta larghezza e di
» segare sulla maglia, di trarne paneoni e travicelli nelle estremità, ed
» ottenere la maggior quantità di legno possibile da un tronco dato (1).

» Gli Olandesi sogliono da gran tempo comperare le belle quercie
» dei dipartimenti dei Vosges e dell'alto e basso Reno, le fanno scor-
» zare sul piede onde trar profitto dall' alburno ed aumentar la gros-
» sezza di esse. Talvolta questi alberi sono divisi in quattro pezzi prima
» di essere trasportati, altre volte si trasportano interi e si fendono
» quando son giunti alla loro destinazione; ciascuna di queste parti è
» segata come indica la figura 9.

» La divisione del tronco in tre o quattro parti dipende dalla gros-
» sezza del legno; quando ha 1507 linee 21 di circonferènza, centime-
» tri 340, si divide in quattro parti; ma si divide in sei, e si sega cia-
» scuna parte secondo la traccia, figura 8, quando i legni hanno 1241
» linee 22 di circonferenza, centimetri 280.

» Pei tronchi di minore circonferenza conviene impiegar metodi più
» svantaggiosi; così per i legni di 886 linee 59 di circonferenza, centi-
» metri 200, si sega l'albero in due, figura 7, e si ritaglia ciascuna parte
» per ottener tavole di larghezze diverse.

» Paragonando il metodo di Moreau con ciascuno dei tre altri,
» vedesi che presenta molti vantaggi tanto per la quantità del legname
» ottenuto come per la qualità delle tavola ».

V'ha ancora un'altra maniera di segare i legnami per formare ciò che in termini degli operai dicesi legname da doga *(le merrain* o *courson)*; il quale non è già segato colla sega, ma col coltello come le doghe dei sogli. Anticamente era molto in uso questo legname, ma dopo che si dà una certa grandezza alle superficie, si è totalmente abbandonato, non avendo i pezzi più lunghi che quattro piedi in quattro piedi e mezzo di lunghezza: *non se ne fa uso più se non per specchiature d' intelajature*, essendo impiegato il rimanente a far sogli e doghe di botti, motivo per

(1) Non bisogna omettere di comprendere nell' utile prodotto da questo metodo gli otto pezzi *a, b, c, d, e, f, g, h*, figure 5 e 6, ai quali si dà il nome di spaccature e servono a varj usi.

cui il bel legname divien rarissimo in Francia, poichè il migliore è impiegato in queste specie di lavori.

Dimensioni dei legni segati.

I legni segati in grossezze, larghezze e lunghezze appropriate ai diversi bisogni dell' arte del falegname prendono diversi nomi particolari o in ragione della forma che hanno ricevuto o dell'uso a cui sono specialmente destinati, o per altre cause che sarebbe difficile indicare al presente. Siccome in generale tutti i bisogni sono stati preveduti e le opere da falegname sono assoggettate a questi dati primitivi, risultanti dal tempo e dalla esperienza, è indispensabile il conoscere le misure dei varj legnami onde regolarsi sovr' esse nell' ordinare e disporre i lavori di questo genere.

La quercia, l' abete, e il pioppo essendo, come abbiamo detto, i legni più usitati, sono anche i soli che si trovano così preparati anticipatamente. Ecco i nomi e le dimensioni di tutti i pezzi che si segano in queste tre specie d' alberi.

LEGNI DI QUERCIA

1.° Il più gran legname è quello dei *battenti da portone;* si trova a pezzi lunghi di 12 in 15 piedi (metri 3,898 a 4,873) sopra 12 pollici di larghezza (0,325) e 4 pollici di spessore (0,108). Quelli di 18 piedi di lunghezza (metri 5,847) hanno 15 pollici di larghezza (0,406) sopra 5 pollici di spessore (0,135).

2.° La *cornice*, che serve a formare i telaj delle più forti opere da falegname come battenti, diritti e traverse, si trova a pezzi di 6, 7, 9, 12 e 15 piedi (metri 1,949; 2,274; 2,924; 3,898, e 4,873), sopra una larghezza di 6 pollici, (metri 0,162) ed una grossezza di tre pollici (0,081).

3.° I *travicelli* destinati ad opere dello stesso genere della *cornice*, hanno la stessa lunghezza e talvolta più, sopra 3 pollici (metri 0,081), e di rado pollici 3 1/2 di larghezza (metri 0,095) e pollici 3 di spessore (0,081).

4.° La *doublette* che s'impiega pei telaj di minori dimensioni, si trova come tutte le tavole di quercia, a lunghezza di 6, 7, 8, 9, 10 e 12 piedi (metri 1,949; 2,274; 2,599; 2,924; 3,248; e 3,898) sopra 2 pollici a

2 pollici 1/4 di spessore (metri 0,650 a 0,657) ed 11 a 12 pollici di larghezza (metri 0,298 a 0,325).

5.° Sotto il mome di tavole si comprendono tutte le assi che hanno 15 a 17 linee di spessore (metri 0,034, a 0,038) sopra 9 pollici a 9 e 1/2 di larghezza (0,244 a 0,258) colle stesse lunghezze della *doublette*.

6.° Chiamansi *entrevoux* le tavole di 11 a 12 linee di grossezza (metri 0,298 a 0,325) colle stesse larghezze e lunghezze delle precedenti.

7.° Il *modello* è una tavola di 8 in 9 linee di spessore (0,018 a 0,020) con larghezza e lunghezza eguali alle precedenti.

8.° Il *foglietto* non ha che 5 in 6 linee di spessore (0,011 a 0,014) con larghezza e lunghezza eguali a quelle delle tavole.

9.° La *doga* ha dai 4 piedi ai 4 e 1/2 di lunghezza (metri 1,299 ad 1,461) sopra 15, 18 e 21 linee di grossezza (metri 0,034; 0,041; 0,047) e 5 ai 6 pollici di larghezza.

LEGNAMI DI ABETE

1.° Il pancone è la più grossa segatura di questo legno; esso ha dagli 11 ai 12 piedi di lunghezza (3,573 a 3,898) sopra 12 pollici di larghezza (0,325) e 2 pollici a 2 1/2 di grossezza (0,054 a 0,061).

2.° e 3.° Dopo il pancone si trovano anche tavole di abete di 18 a 21 linee di spessore (0,041 a 0,047).

4.° Gli abeti forti che si traggono dall'Alvergna hanno costantemente 15 linee di spessore (0,0343) sopra 12 piedi di lunghezza (3,898) e 12 pollici di larghezza (0,325).

5.° Le tavole di abete comuni che vengono di Lorena hanno 11 in 12 linee di spessore (metri 0,025 a 0,027), 11 in 12 piedi di lunghezza (metri 3,573 a 3,898) e la larghezza delle tavole varia da 8 a 10 ed a 12 pollici, (metri 0,217, a 0,271 ed a 0,325).

6.° Il *foglietto* di abete porta 7 ad 8 linee di spessore (0,016 a 0,018) ed ha ora 8 o 10 ed ora 12 pollici di larghezza (2,217; 0,271; 0,325) ed 11 in 12 piedi di lunghezza (metri 3,573 a 3,898) (1).

(1) Si fa pur uso, nelle opere da falegname, dell' abete detto di *battello*, perchè si trae dai battelli che ci portano il carbon fossile ed altre merci e che invece di farli risalire ai luoghi d'onde vengono, si trova più utile di romperli. Da ciò risultano pezzi di varie qualità, il più sottile e men bello serve d' ordinario a fare i riempimenti delle tramezze interne rusticate e coperte di gesso,

LEGNAMI DI PIOPPO

1.° In quanto allo spessore questo legno non si sega ordinariamente che in due modi: in assicelle cioè che hanno 6 in 7 linee di spessore (metri 0,014 a 0,016) sopra circa 8 pollici di larghezza (0,217).

2.° Ed in tavole di 12 linee che hanno 8 pollici e 1/2 a 9 pollici di larghezza (metri 0,231, a 0,244). Di rado se ne segano di 15 linee di grossezza (0,034).

Questi legni si tagliano da 6 a 7 piedi di lunghezza (metri 2,274 a 2,599); di rado se ne trova di piedi 9 (2,924).

Effetti delle variazioni di temperatura sui legni.

Per completare la conoscenza dei legnami circa l'arte del falegname ci resta a parlare degli effetti che producono nei legni le variazioni atmosferiche.

Nel primo libro di quest' opera spiegando la formazione dei legni, si è detto essere composti di fibre longitudinali riunite da parti meno dense, cioè di più debole tessitura: tale differenza è assai più considerevole nei legni resinosi, come i pini, gli abeti, ed altri di questo genere che non negli altri: in alcuni altri è appena sensibile, per esempio nel faggio, nel pioppo, nel sorbo, nel carpino ecc.

I risultati di un gran numero di sperienze da me fatte sopra quarantotto specie di legni, mi hanno fatto conoscere che i legni che aumentano o diminuiscono maggiormente in grossezza a diversi gradi di temperatura sono quelli che variano meno nel senso della lunghezza.

Un regolo di abete ben secco lungo 38 piedi, esposto alternativamente all' umidità ed alla secchezza non ha variato in questo senso che di una mezza linea, e un simile di quercia $\frac{10}{12}$ di linea.

come in diverse tramezze di chiusura. Il più bello s' impiega sovente come legname nuovo, in tavolette, tramezze e solaj; eppure è di qualità inferiore. I bordi di questi battelli che sono di tavole, hanno fino a 60 piedi di lunghezza (metri 19,490) sopra 18 pollici al più di larghezza (0,487) e pollici 2 e 1/2 al più di spessore (0,068). Dai bordi si cavano travicelli che si segano a pollici 3 e 1/4 in pollici 4 di larghezza (0,088 a 0,108) ed hanno pollici 2 e 2 e 1/2 di grossezza. Questi bordi s' impiegano anche in tavole intere per diverse opere che esigono forti dimensioni in lunghezza, larghezza e spessore, come per armature di tetti, per curve ecc. ecc. *Vedi il Libro V, Capo II, e Cap. IV.*

Gli atessi regoli csposti al sole dopo avcrli bagnati hanno variato in questo modo, cioè; quello di quercia una linea 1/4, e quello di abetc 3/4 di linea.

Il che dà nel primo easo $\frac{1}{10944}$ per la variazione ehe può provare in lunghezza il legno di abete, e $\frac{1}{6566}$ per quella del legno di quereia, impiegati entrambi nell' interno.

E nel secondo caso, $\frac{1}{4377}$ pel legno di quercia esposto all'esterno, c similmentc pcr l' abete $\frac{1}{9130}$.

La variazione di cui è capace il legno di abete nel scnso della larghezza, va da $\frac{1}{75}$ ad $\frac{1}{360}$; e quella di lcgno di quercia da $\frac{1}{85}$ ad $\frac{1}{248}$. Così risulta da tali sperienze ehe il legno di abete prova nella sua lunghezza una variazione quarantadue volte più grande di quella che prova nclla sua lunghezza, e che nel legno di quercia questa variazione è ventidue volte più grande.

Consegue da ciò ehe un travieello lungo 6 piedi in legno di abete non può provare in lunghezza ehc una variazione di un deeimo di linea chc non è sensibile, mentre una tavola dello stesso lcgno larga 6 piedi può variare 4 linee.

E che un travicello di quercia di 6 piedi può provare nella sua lunghezza la variazione di 1/6 di linea ehe diviene alquanto più sensibile, e che in una tavola larga 6 piedi la variazione può essere 3 linee $\frac{4}{10}$.

I calcoli esscndo fondati sopra esperienze fatte con legni mediocremente seechi, è evidente che quelli che lo fossero meno offrirebbero maggiori diffcrenze, e meno considerevoli quelli che lo fossero di più, quando questi ultimi non fossero esposti ad un più alto grado di temperatura.

Risulta da queste ultime osservazioni e da ciò che si è detto più sopra in questi preliminari, che nei lavori da falegname la tendenza naturale dei legni segati a curvarsi nel senso della larghezza, e la variabilità del loro volume, sono due grandi ostacoli che l'arte deve continuamente aver in vista da superare.

CAPO PRIMO

DELLE IMPALCATURE E DELLE INTELAJATURE

Al bisogno di risanare le abitazioni conviene attribuire l'uso di rivestire le aree ed i muri interni con opere da falegname. Considerati sotto quest'unico scopo i rivestimenti sono in generale le più semplici opere di quest' arte; le sole difficoltà che possano incontrarsi nell' esecuzione di essi sono quelle che risultano dai dati della decorazione o dalla natura delle superficie da ricoprire; ma per le impalcature non vi potrebbe essere quistione che della prima.

Delle impalcature.

Il palco propriamente detto non è altro che un aggregato di tavole di quercia o di abete intere o ritagliate poste a traverso delle travi. Ciò che chiamasi intelajatura differisce dalla precedente in quanto che è composto di pezzi brevissimi aggregati in modo da formare, coll'incrociarsi, scompartimenti più o meno complicati in ragione dell'importanza dei luoghi ai quali è destinato.

In quanto si palchi non v'è altro modo che quello di piallare le tavole ed unirle a incavature e linguette. Quelli che sono fatti in assi ritagliate, detti dai Francesi *planchers de frises*, fig. 1 e 2, Tavola CXXXII, sono molto migliori di quelli fatti in tavole a tutta larghezza, perchè il lavoro inevitabile nel legno diviene meno sensibile. Siccome le tavole sono di rado tanto lunghe da attraversare da un lato all' altro una stanza, si congiungono d' ordinario testa per testa a infossature e linguette; ma quando si vuole che l' opera abbia maggiore solidità, si divide la superficie del palco in campate di cinque o sei piedi in lunghezza, che si riuniscono con tavole messe in senso contrario, nelle quali vengono ad unirsi i capi delle assicelle.

Variando la direzione delle tavole in ciascuno scomparto si può ottenere una specie di decorazione coi palchi *a onda*. Le figure 3 e 4 offrono molti esempj della più usata disposizione, che dicesi a dentelli o a foglia di felce (*en fougère*).

Le principali condizioni da adempiere per formare un palco a dentelli, con tutta la conveniente regolarità, sono: 1.° di stabilire un' asse intorno alla sala per servire di cornice a tutto il lavoro; 2.° dividere lo spazio compreso fra le due fascie longitudinali in un numero dispari di parti eguali, la cui grandezza può variare dai 25 ai 34 pollici onde produrre diagonali di 3 in 4 piedi di lunghezza. Per 3 piedi di lunghezza le tavole debbono avere 3 pollici di larghezza; e 4 pollici per 4 piedi di lunghezza: la grossezza non dovrebbe essere minore di 15 linee. Riguardo all' angolo che debbono formare fra loro le tavole, ed al modo di unirle al loro incontro, queste disposizioni possono variare come si vede in A, B e D, figure 3 e 4, senza che la solidità dell' opera ne provi la minima alterazione.

Delle intelajature.

Nell' arte del falegname col nome di intelajatura s' indica un insieme composto di telaj e specchiature quadrate, disposti a scomparti regolari per formar superficie di una certa estensione e non soggette a curvarsi. Si fanno telaj per le invetriate (1) e pei fondi degli armarj; ma l' opera più importante in questo genere è quella che serve a formar l' area degli appartamenti.

L' intelajatura, propriamente detta, si può costruire sul luogo, come quella che dicesi *indeterminata*, figura 5; ma comunemente i falegnami la stabiliscono a quadri per trar profitto dai pezzi di legno che loro rimangono. Qualunque sia il modo d' impiegarlo, tutto l' artificio della costruzione di essa consiste nell'evitare la moltiplicità delle commessioni ad ugnatura, che la renderebbero di difficile esecuzione ed assai meno solida. A ciò si giugne dando a ciascun *pezzo quadrato* C una lunghezza

(1) Le intelajature dei vetri sono composte di pezzi diritti, di traverse e di specchiature che non debbono avere che un piede di larghezza sopra 15 pollici di altezza al più, ond'esser meno soggette a curvarsi. Debbono sempre queste essere incassate nel loro telajo (benchè se ne facciano di pareggiate) perocchè se li pareggiassero, il calore del fuoco o l'umidità delle spalle potrebbero gonfiarsi in modo da rompere i vetri.

eguale a due *specchiature quadrate* P P, più la larghezza di un altro pezzo quadrato C', che separa le dette specchiature e va a commettersi nel mezzo del primo. I pezzi quadrati si commettono a maschi e femmine gli uni negli altri, e le specchiature sono commesse nelle traverse a infossature e linguette. I quadri delle intelajature si uniscono nella stessa maniera gli uni negli altri.

Siccome la costruzione è sempre la stessa, basta spiegarla una volta acciò si sappia applicare alle diverse combinazioni che si possono formare con questa commessura, come sono quelle a *piccioli quadri*, figura 6, quella a *grandi quadri*, figura 7, e quella a *scomparti*, figura 8. Del resto i dettagli messi in prospettiva sotto le figure di ciascuno scomparto istruiscono meglio della più minuta descrizione sulle altre particolarità.

Impiegando nella costruzione delle intelajature, legnami di varj colori, si possono ottenere musaici di apparenza così bella come quelli di marmo: tali sono quelle del castello di Lacken presso Brusselles, figure 1 alla 6, Tavola CXXXIII, e di un gabinetto del castello di Maisons. Queste intelajature composte di pezzi a infossature e linguette, con chiavi, si mettono a sito sopra i solaj di quercia o di abete d'Olanda, commessi pure a infossature e linguette e ben fermati sulle filarole.

Devesi porre la più grande attenzione nella scelta dei legnami, onde presentino eguale durata in tutte le varietà di colori. Si può anche trar partito dalla varietà delle tinte che s'incontrano nel legno di quercia, per rendere piacevole la composizione delle intelajature, alternandole nell'insieme o nei dettagli dei quadri.

Quando si stabilisce un' intelajatura in un fabbricato nuovo, conviene aver cura di metter le filarole alquanto a pancia o rialzate verso il mezzo del pezzo, specialmente quando è di una certa grandezza, acciò quando i solaj abbiano fatto il loro effetto sieno retti ancora.

Quando le filarole sono così disposte, si attacca l'intelajatura sopra di esse con chiodi ordinariamente senza testa; ma sarebbe meglio impiegare i chiodi chiamati da *telaj* che hanno una testa in forma di martello (1); è vero che essi fanno nell'intelajature un foro più grande che non fanno i primi i quali non hanno testa, ma le fermano anche meglio. Questi chiodi sono assai preferibili agli altri ne'solaj di tavole perchè

(1) I chiodi da telaj sono quelli che hanno la testa oblungata, cioè che in un senso non hanno che la larghezza del chiodo, e nell' altro la larghezza comune delle teste.

impediscono che si curvino, il che non possono fare quelli che non hanno testa, perchè non possono entrare a forza nel legno senza esporlo a screpolare.

Circa all' inconveniente prodotto dai fori che si debbono fare per seppellir le teste dei chiodi, vi si può rimediare facendo nel luogo di ciascun chiodo una piaghetta nella quale entra la testa del chiodo, e vi si trova sepolta in guisa che vi si può riportar un pezzo di legno, il che è nello stesso tempo e proprio e solido.

Nel posare l' intelajatura devesi guardar bene che tutte le commessure sieno allineate, e tutti i quadri sieno di eguale grandezza, acciò tutti i loro angoli s' incontrino perfettamente.

Quanto al numero dei chiodi, non ne occorre gran quantità; basta metterne sui battenti, ed alcuni sui pezzi principali acciò sieno attaccati solidamente. Non è così de' solaj, e specialmente di quelli fatti di tavole alle quali fa duopo mettere de' chiodi sulle due rive sopra ciascuna filarola o travicello, o almeno a due a due colla precauzione di collegarli; cioè che le tavole sieno inchiodate a scacco, onde vi sia un chiodo sopra ciascuna commessura in ogni travicello.

Quando i solaj non sono suscettibili di molto finimento, o i legnami sono troppo esili per farvi delle piaghe, oppure sono fatti di legno di abete, per fermarli si adoprano chiodi di testa picciola che entrano nei legni e vi si nascondono interamente.

CAPO SECONDO

DEI RIVESTIMENTI E DELLE TRAMEZZE

Dei rivestimenti.

I rivestimenti, considerati sotto il rapporto dell'utilità, non sono altro che specie di tavolati applicati ai muri onde sanare gli appartamenti; in guisa che, eccetto i travicelli, tutto ciò che si è detto dei solaj potrebbe del pari convenire ai rivestimenti. Ma siccome in questo stato, figura 1, Tavola CXXXIV, l'arte del falegname non potrebbe sostenere il paralello coi perfezionamenti introdotti nelle altre parti dell' arte di edificare, lo studio ha insegnato i mezzi di far concorrere i suoi lavori alle decorazioni interne, sottomettendoli ai dati dell'arte e dell'esperienza.

Abbiamo precedentemente veduto che nei soffitti i legni si trovano aggregati, almeno in apparenza, come i pezzi dei pavimenti di marmo, cioè l' uno presso l' altro. Nell' uno e nell' altro caso l' arte si riduce al combinare scomparti regolari disegnati dalle linee di congiunzione, dal contrasto dei colori o dalla varietà delle figure. In opere di questo genere, che ricevono tutta la loro solidità dal suolo stesso su cui riposano, la disposizione degli scomparti diviene interamente arbitraria. Non è lo stesso di quelli che debbono erigersi verticalmente; la loro costruzione elice dal sistema generale d'unione di legame e di commessure che serve di base a tutte le operazioni dell' architettura, e le procura gli ordini più belli della sua decorazione. Ma prima che questo principio si sia potuto applicare all'arte del falegname conveniva che si fosse pervenuto al punto di riconoscere, dopo un gran numero di vani tentativi per evitare gli scherzi del legno, (figure 12 alle 22, Tavola CXXXI) che l'unico mezzo di prevenir gli accidenti risultanti dalla idrometricità del legno era di lasciare ad essa libero il campo nel senso in cui esercita la sua maggiore azione, evitando più che fosse possibile le commessure alla superficie sulla larghezza delle tavole.

Il primo saggio in questo genere fu senza dubbio l'insieme detto a *commessure ricoperte*, figura 19, nel quale le tavole penetrano le une nelle altre a maschio e femmina senza toccarsi ai margini, in guisa che le variazioni prodotte dal gonfiamento e dal diseccamento del legno si perdono nella profondità delle incavature senza che nulla compariaca al di fuori. La pratica e l'esperienza fecero ben presto conoscere tutto il profitto che si poteva ritrarre da questo ingegnoso artificio. Primieramente, invece di ripartire uniformemente la forza per tutta l'estensione dei legnami, si concepì l'idea di un sistema di scomparti disegnati da legni più forti e i cui intervalli erano riempiti da assicelle. Risultavano da tale aggregato faccie lunghe e strette, figura 2, Tavola CXXXIV, come si osservano ancora in alcuni antichi edifici (1). Finalmente il desiderio di dare a questi lavori tutta la varietà che si potesse ottenere dal contrasto delle forme, non stette molto a conoscere che una specchiatura composta di molte tavole, figura 21, Tavola CXXXI, intimamente congiunte insieme, poteva del pari giuocare liberamente e senza disunirsi nei quadri formati dai pezzi diritti e dalle traverse. D'allora in poi l'arte non fu più arrestata nelle sue composizioni che dai limiti ne'quali quest'azione poteva effettuarsi. Le figure 6, 7 ed 8 della Tavola CXXXIV fanno vedere come abbia saputo arrivare alle più grandi dimensioni senza allontanarsi da questo dato (2).

I rivestimenti sono il più delle volte composti di due parti (3), cioè: dell'appoggio A e della sua parte superiore B, che si chiama rivestimento superiore, i quali sono separati da una traversa C, che dicesi cimasa, nella quale entrano entrambi a maschio e femmina; od anche, quando l'altezza

(1) Dietro la figura che si trova in fondo alla Tavola XXVI della terza parte dell'opera di Mazois su Pompei, rappresentante una porta finta eseguita in stucco per fare accompagnamento ad una porta reale dell'edificio conosciuto sotto nome di Collegio de'Gualchieraj, si avrebbe fondamento di credere che gli antichi non dessero se non picciolissime dimensioni alle specchiature di legname.

Vitruvio nel Libro IV, Capo VI, indica la disposizione degli scomparti delle porte dei tempj; ma devesi osservare che quest'autore non indica la materia di cui debbon esser fatte. È ben vero che le figure tracciate secondo i suoi indizj riproducono fedelmente l'imitazione dei processi delle opere antiche da falegname; ma sembra che in seguito si sieno conservati gli stessi scomparti cangiando materia, come si è fatto per gli ordini d'architettura; le porte di bronzo del Panteon di Roma offrono un prezioso esempio di questo simulato lavoro di legname.

(2) Considerati indipendentemente dagli ornamenti che possono ricevere, i disegni degli scomparti delle opere di falegname minuto sono ormai fissati invariabilmente dall'esperienza e dal gusto. Noi qui li presentiamo in tutta la semplicità delle loro primitive proporzioni, spogli dalle alterazioni che d'ordinario subiscono in pratica.

(3) Roubo, *Arte del falegname*, Parte II.ª Cap. 8.

del pezzo non è molto considerevole, i due rivestimenti si uniscono insieme, e la cimasa applicata sopra non ha che lo spessore dell'aggetto.

Le specchiature dei rivestimenti si fanno di tavole commesse e incollate della grossezza da 6 linee fino ad un pollice, ed anche ad un pollice e 1/2, in ragione della grandezza e degli ornamenti che debbono ricevere; esse si uniscono a indentatura tanto nella larghezza quanto nell'altezza nei quadri formati dall'intelajatura; le incavature debbono avere da 6 linee fino alle 12 ed anche più di profondità, e lo spessore delle linguette proporzionato a quello delle specchiature.

La maggiore larghezza da darsi alle specchiature non deve eccedere i 3 piedi, e la maggiore altezza, tre volte questa larghezza o 9 piedi. Le dimensioni delle picciole specchiature F, e de' pilastri P sono determinate dalla qualità dello scomparto.

Le tavole delle specchiature debbono essere più strette che sia possibile, cioè non più larghe di 6 ad 8 pollici, perchè quando ne hanno di più sogliono ritirarsi e spaccarsi. Quando le specchiature non presentano che una parete debbono imbiancarsi pel di dietro almeno in mezzo a ciascuna tavola, onde ricevano l'aria equabilmente perchè non abbiano a curvarsi.

Vi si mette pure sul rovescio una o più barre che si chiamano barre a coda, figura 22, Tavola CXXXI, le quali sono incastrate a coda nella specchiatura per lo spessore del legno che rimane oltre la linguetta.

Questo mezzo, sebbene utile per certi riguardi, è soggetto a molti inconvenienti, perchè questa barra a coda essendo più larga da una che dall'altra estremità, impedisce che le tavole si ritirino egualmente sul mezzo, il che non avverrebbe se non fossero inceppate dall'ineguaglianza di larghezza nella barra. Si rimedierebbe a tale inconveniente tenendo le barre di larghezza eguale da un capo all'altro onde farle entrare esattamente nelle specchiature senza forzarle; sarebbe anche utile strofinarle con sapone onde le tavole potessero muoversi con più facilità.

V' ha pure un altro modo di contenere le specchiature, specialmente quando non sono à bastanza grosse da praticarvi un incavo per le barre a coda, ed è di attaccare ad esse una barra con viti, ponendo cura di fare in tali barre una piaga rimpetto a queste viti, lunga 12 in 15 linee, sopra una eguale larghezza al collo della vite, per dare alla specchiatura la libertà di fare il suo effetto. Quest'attenzione è necessarissima, perchè se non vi fosse piaga, le viti fermate nella barra

farebbero spezzare le tavole in caso che si ritirassero. Queste barre s'attaccano ai telaj, oppure vi sono commesse a maschio e femmina, quando questi ultimi sono abbastanza grossi, il che è preferibile, attesa la grande solidità che ne deriva a tutto il lavoro.

Questa terza maniera di fissare le specchiature è migliore della prima e men buona che la seconda, mentre non abbraccia le tavole se non nel punto ov'è la vite, e coll'altra si fermano in tutta la loro larghezza.

Talvolta queste barre si fanno di ferro, ed allora hanno il vantaggio di tener minor posto dietro il rivestimento. Per le specchiature curve in pianta si debbono sempre applicare barre di ferro perchè quelle di legno non sono abbastanza solide a meno che non si facciano spessissime o che le specchiature sieno pochissimo curve.

Quando si vuol dare maggiore solidità alle commessioni delle specchiature vi si pongono dietro delle fasce di tela incollate o nervo di bue battuto, il quale ha maggior forza.

Quando i pilastri sono di una certa altezza vi si mette dietro una falsa traversa *t*, figura 7, commessa nei battenti a maschio e femmina dopo l'incavatura, oppure non vi si mettono che barre a coda di rondine per impedire l'allontanamento dei battenti quando non hanno bastante grossezza per ricevere una piaga.

Si rimpiazzano talora gli alti rivestimenti con tappezzerie in guisa che intorno agli appartamenti non vi sono che rivestimenti d'appoggio.

Prima di cominciare a mettere a sito i pezzi, specialmente i pezzi fermi, conviene badare alla stagione dell'anno; se gli edificj sono antichi o nuovi, se le malte hanno avuto il tempo di perdere una parte della loro umidità; se i legni si mettono in opera al pianterreno o nei piani superiori, se finalmente il sito è esposto all'aria aperta o all'umidità. Dietro queste osservazioni generali conviene anche por mente allo spessore dei legni, alla loro qualità dura o tenera onde prevenire gli accidenti che avvengono al certo trascurando tutte queste particolarità.

Siccome non si ha sempre il tempo di attendere che i muri sieno perfettamente secchi per posare le costruzioni di legno, si sono immaginati certi mezzi che se non distruggono interamente l'effetto dell'umidità, lo diminuiscono almeno in gran parte.

Questi mezzi sono, 1.° di lasciar fra i muri ed i rivestimenti uno spazio d'uno o due pollici acciò l'aria possa circolarvi entro e fare svaporare una parte d'umidità. Benchè possa sembrare straordinaria questa

disposizione, sarebbe utile nondimeno l'osservare tal precauzione quando si sa che le opere di legname debbon essere collocate tosto che i siti sono allestiti; 2.° talvolta non si fa che applicare dietro i rivestimenti due o tre grossi strati di colore ad olio; il che è utilissimo, mentre il colore impedisce che l'umidità si attacchi al legno e penetri i suoi pori; 3.° quando le opere sono di legni preziosi, e si teme che si pregiudichino malgrado tutte queste precauzioni, si munisce la parte di dietro delle specchiature e de' telaj con stoppa intrisa nel catrame caldo.

Prese tutte le indicate precauzioni, si può cominciare a posar la costruzione, ciò che si fa in diverse maniere secondo la diversità delle opere e la natura dei muri, sopra o entro i quali si deve posare.

In generale i rivestimenti si fissano in due modi ai muri degli appartamenti, cioè con chiodi o con viti. Di queste due maniere la prima è la meno costosa, ma è anche la meno propria: essa ha pure il difetto che non si può quasi mai metter bene a sito i rivestimenti coi chiodi, che spesso si rompono o piegano prima d'essere piantati del tutto; sogliono inoltre fendere il legno; e se avviene che si debba levare un pezzo di rivestimento, ciò non si può quasi mai senza rompere qualche cosa; servendosi invece della seconda maniera, cioè posando i rivestimenti con viti, il lavoro è assai più proprio, e si può sempre metter a filo come si crede a proposito e si può levare senza danneggiarlo menomamente. Quanto alla maniera di piantare i chiodi nei muri, si ficcano in pezzi di legno cacciati a forza nei fori di succhiello. In quanto alle viti la cosa esige maggior soggezione, perchè fa duopo murare di pezzi di legno nei muri dirimpetto a ciascuna vite; questi pezzi di legno debbono essere tagliati a coda di rondine sulla loro grossezza acciò non possano esser strappati dai muri in cui sono infissi.

Si deve anche aver cura che questi legni sieno messi ben verticali ed appianati onde i rivestimenti vi poggino egualmente sopra. Quando avviene che i rivestimenti sieno isolati dai muri, i pezzi infissi si fanno sporgere fino contro i pezzi verticali. In generale fa duopo evitare di metter troppe viti o chiodi nei rivestimenti; a fissarli solidamente basta che le incavature e le linguette degli angoli e dei risalti sieno ben giuste; che sieno ben calzati con biette nella parte posteriore acciò poggino egualmente dovunque e non pieghino.

Quando s'adoprano le viti nel posare l'opera in legname si deve sempre infossarne le teste e ricoprirle con un pezzetto di legno di filo,

cioè colle fibre nel senso del pezzo; perchè quando rimangono scoperte fanno un cattivissimo effetto, attesochè arrugginiscono quando sono dipinte a tempera, come avviene in [illegible] appartamenti. Tutti questi dettagli sono rappresentati dalle figure 9 alla 17.

Le camminiere non s'attaccano come il restante delle opere da falegname, perchè non si possono piantar chiodi nè infigger pezzi di legno nelle canne dei cammini; perciò si adoprano le viti a dadi chiamate *viti da camminiere* (1). Queste viti non restano mai apparenti, ma si mettono nelle traverse dell'impiallacciatura nelle quali la testa di esse è infossata fino al di sopra, affinchè non poggi sul suo cristallo.

Delle tramezze.

Le più semplici sono quelle formate con tavole greggie inchiodate sopra telaj di legname grosso, come le cinte di tavole e le tramezze rustiche per formare le separazioni nelle cave. Per le tramezze che esigono maggior cura si appianano le tavole.

Quelle che si stabiliscono negli appartamenti sono imbiancate sulle due pareti e commesse a incavature e linguette, affinchè le tavole si mantengano reciprocamente aderenti le une alle altre; potendosi considerare tali incavature e linguette come piaghe e maschi continui. Si fermano le tramezze all'alto ed al basso in incastri, e talvolta si fortificano con traverse di quercia applicate sopra di esse o commesse nella loro grossezza coi pezzi verticali che le dividono in compartimenti. Si costruiscono ordinariamente con legno di abete; e si ricopre la lor superficie con carte da tappezzeria.

Per la distribuzione degli appartamenti si fa uso pure di tramezze di tavole greggie a giorno per essere rivestite in gesso. Si commettono in incastri e traverse le quali possono essere di quercia o di abete.

(1) Le viti da camminiera hanno la testa rotonda e piana e fessa nel mezzo. I dadi di queste viti sono lunghi due in tre pollici ed hanno due braccia ricurvate le cui estremità sono fesse e ricurvate per essere murate. Queste braccia non debbono avere più di un pollice e mezzo di lunghezza affinchè i fori che si fanno per murarli non passino attraverso la capanna del cammino; e per la stessa ragione queste viti non debbono aver più di due pollici di lunghezza. (Vedi la figura 18, Tavola stessa).

CAPO TERZO

RIVESTIMENTO DELLE SUPERFICIE CURVE

Per le comuni opere da falegname, che servono a formare o rivestire superficie piane, basta marcar la pianta in tutta la sua grandezza sopra una tavola o superficie unita, cioè farne una sezione orizzontale o verticale sulla grossezza, ove si tracciano i profili dei quadri, i pezzi diritti o trasversali, le specchiature colle loro commessioni, la larghezza e lo spessore di tutti.

Quando in queste opere si trovano scomparti obliqui irregolari o in linee curve, oltre la pianta, fa duopo tracciare in grande l'elevazione di faccia.

Ma se tali opere debbono formare o rivestire superficie curve con scomparti che esigano pezzi diritti e traverse corve in pianta ed in alzato, fa duopo ricorrere all'arte del taglio per tracciarne il disegno ed i modelli che debbono servire allo sviluppo di questi pezzi presi nei legni retti.

I principj geometrici di queste operazioni sono gli stessi da noi spiegati pel taglio delle pietre e del legname (1).

Si giugne a formar esattamente una superficie curva qualunque, cominciando dall'esaminare gli elementi di cui si compone. Questi elementi sono linee rette o linee curve; così una superficie curva può essere formata da una serie di rette condotte da un cerchio ad un altro, come quella di un cilindro; o da una serie di linee curve decrescenti condotte da un cerchio ad un punto, come la superficie di un cono. Una superficie cilindrica può anche essere formata da circonferenze di cerchio eguali, i cui centri sieno sopra una stessa linea retta che formerebbe il suo asse.

Se le circonferenze, invece d'essere eguali, diminuiscono in progressione aritmetica, formeranno una superficie conica; ma siccome la

(1) Vedi Tomo II, Libro III.°, Sezione 2.ª; e Tomo III, Libro V, Sezione 1.ª

diminuzione di queste curve può seguire un'infinità di progressioni diverse, avviene che le superficie che ne risultano, non potendo più essere espresse in verun senso con linee rette, divengono del genere di quelle che si chiamano a doppia curvatura, come sono le superficie sferiche, sferoidiche e conoidiche, che si considerano prodotte dalla rivoluzione di una curva intorno al suo asse.

Indipendentemente dalle superficie curve regolari di cui abbiamo parlato, se ne trovano infinite altre formate da una serie di linee più o meno curve che si accordano con altre linee curve o rette.

È essenzialissimo frattanto osservare che i rivestimenti di legname minuto debbono essere considerati piuttosto un oggetto di decorazione che un mezzo di ricoprire esattamente le superficie che presentassero enormi irregolarità; fa duopo invece che i rivestimenti correggano o sopprimano quant'è possibile le irregolarità che si possono trovare, piuttosto che riprodurle con scrupolosa esattezza, che sovente non ha altro motivo che di fare spiccare l'ingegno dell'operajo per aver vinto una difficoltà, la quale produce un effetto spiacevole.

ARTICOLO I.

DELLE SUPERFICIE A CURVATURA SEMPLICE

In questo genere di superficie si comprendono tutte quelle che sono rette in un senso e curve nell'altro. Le superficie cilindriche sono le più facili da formare o da rivestire, perchè possono comporsi di pezzi retti arrotondati o incavati nel senso della larghezza, e riuniti da commessure rette tendenti al centro della curva, come quelle delle doghe di un tino; si possono anche formar tali superficie con traverse curvate messe le une sopra le altre, Tavola CXLVII.

Quando questi rivestimenti debbono formare decorazione, si possono dividere come quelli a superficie piane in compartimenti di pilastri e di specchiature: allora si compongono di pezzi di appoggio retti e di traverse curvate secondo la loro lunghezza, contenenti specchiature formate di tavole riunite a commessure rette curvate secondo la larghezza, come nei pezzi verticali.

Convien fuggire i compartimenti troppo larghi a cagione delle traverse curve che non possono esser prese che in legnami minuti, retti e achiacciati, lo spessore dei quali non oltrepassa 5 pollici; d'altronde il filo del legno essendo meno tagliato ne risulta che si lavora meglio e l'opera riesce più solida. Quando non si possono sfuggire grandi traverse di considerevole curvatura è meglio farle di più pezzi commessi a zig-zag.

Nelle traverse a semplice curvatura si debbono comprendere tutte quelle che possono esser prese nei legni retti e piatti scorniciandoli; tali sono le traverse che un tempo formavano compartimenti curvati nei rivestimenti a superficie retta, oppure quadrati sulle superficie cilindriche.

Il tracciamento di questi pezzi non presenta molta difficoltà; a tal effetto si adoprano d'ordinario modelli levati sulla pianta e sull'elevazione in grande delle parti da eseguire; si segano quindi colla sega che si volge, in tavole, *membrature* o battenti di portoni, abbastanza larghi o grossi per poter comprendere la curvatura di essi.

Quando si trovano scantonature da eseguire per le modanature, si fanno paralelle alle curve tracciate, e sbozzate che sono, si finiscono con pialle curvate espressamente.

La forma delle commessure dipende da quella dei compartimenti; se ne possono fare a maschio e femmina, a squadratura, ad unghia, a chiavi, a incavature e linguette, ecc. ecc.; figure 18, 19 e 20.

Quando i pezzi hanno troppa curvatura per poter esser fatti di un sol pezzo, si fanno di molti commessi a zig-zag, figure 21, 22 e 23.

Per le traverse rette, bombate in elevazione, si riporta talora la parte levata da un lato rovesciandola sull'altro e commettendola con colla a commessura piana, figura 24.

Le specchiature curvate sulla larghezza si fanno con tavole rette tagliate secondo la curvatura della pianta, riunite a commessure piane bene apianate e incollate perpendicolarmente alla curva. Più è curva la specchiatura, più strette debbono essere le tavole affinchè soggiaciano meno a storcimenti. Queste tavole quand'hanno le commessure ben appianate s'incollano e si accomodano col mezzo d'incavature eguali alla curvatura di esse, e terminate da parti saglienti che formano angoli acuti per fermarle con biette. Queste curve sono preferibili ai sergenti adoperati dalla maggior parte dei falegnami, perchè serrandoli si corre rischio di far incurvare tali specchiature più che non dovrebbero, malgrado le biette che vi si possono mettere. Vedi le figure 14 e 15, Tavola stessa.

ARTICOLO II.

Delle aperture di finestre e di volte.

I rivestimenti che formano la parte più importante dell' arte del falegname sono quelli che si formano sulle volte, e specialmente sulle aperture arcuate delle porte o delle finestre tanto per dare ad esse maggior garbo, quanto per facilitare l'apertura delle ante arcuate superiormente.

Le volte cilindriche a botte sono le più semplici e si eseguiscono come i rivestimenti di pianta arcuata. È utile rimarcare che i falegnami indicano queste specie di volte, quand'hanno poca profondità o formano infossature, col nome d'archivolte, che nel suo vero significato indica uno stipite circolare intorno ad un arco sopra una faccia verticale.

Delle aperture a cannoniera.

Le figure 1 e 2 della Tavola CXXXV, rappresentano la pianta, l'alzato ed i dettagli del rivestimento a pieno legno di una parte di volta conica formante la tromba o cannoniera di una porta o finestra arcuata.

Nella pianta, figura 1, si è divisa la larghezza in parti paralelle formanti archi retti sporgenti gli uni sugli altri, per trovare lo sbieco della tromba, oppure la superficie conica che esso deve formare.

Si può anche formare questa volta con doghe, o specie di peducci, come indicano le figure 3, 4 e 5.

Per eseguir queste doghe si comincierà col dividere la circonferenza che deve formare lo spigolo esteriore in tante parti quante doghe si vorranno avere, in ragione dei legnami di cui si può disporre; quindi si condurranno al centro *n*, figura 4, che rappresenta la sommità del cono, le linee che debbono formare le commessure ed altre dal mezzo delle doghe; dopo ciò si condurranno dall' estremità di queste commessure delle linee rette che formeranno poligoni inscritti nella circonferenza interiore, e circoscritti alla circonferenza esteriore. La distanza di queste linee darà la grossezza dei legni per formare il convesso e il concavo di ciascuna doga; e di più, il taglio delle commessure tendenti al centro:

facendo parte questa volta di un cono retto, la lunghezza di ciascuna doga sarà eguale ad *f h*, figura 3.

L'alzato, figura 4, essendo una projezione paralella alla base del cono, darà le vere larghezze delle estremità delle doghe; così, per avere lo sviluppo della tavola che deve formare una di queste doghe converrà condurre da tutti gli angoli del profilo *e d h i f*, figura 3, delle perpendicolari a A *d*, che indicheranno le lunghezze; condotta poscia una paralella 7, 10 a A *d*, figura 5, si porteranno tutte le larghezze sulle linee corrispondenti, cioè 5, 2 e 5, 1 da 8 in *u* e da 8 in *x*; 13, *o* e 13, *r* da 9 in *z* e da 9 in *y*; ecc.; e da tutti i punti portati si condurranno le linee *s v*, *u z*, *x y*, *t x*, che determineranno la forma di una tavola per una delle doghe che s'incaverà e si rotonderà col mezzo di pezzi curvi presi sull'alzato col levare il legno da una curva all'altra dopo averle divise in uno stesso numero di parti eguali. Non si forma la faccia piccola *f e* che dopo aver incavata la doga su cui si traccia pel punto e una paralella allo spigolo curvo che si forma in *i*, a cagione dell'incavamento, e un'altra paralella sullo spessore pel punto *f*, e si abbatte il triangeletto *e i f*.

Si commettono queste doghe a incavatura e linguette, riportate in R, per rendere più solido l'insieme.

Quando queste trombe non hanno molta larghezza, si possono fare di due o tre pezzi che si fanno piegare; ma perciò è duopo che sieno tagliati secondo lo sviluppo del cono.

A tale effetto dal punto A, figure 1 e 3, ove s'incontrano i prolungamenti dei lati *a* 6, *d e*, si descriveranno due archi di cerchio *a d*, 6 *e*, che daranno la larghezza e il contorno che debbono aver questi pezzi; per averne la grandezza, la si prenderà sulla circonferenza grande dell'alzato, figura 4; avendola portata sull'arco *a d* si condurranno dalle due estremità, delle linee al punto A che ne indicheranno le commessure. Questo mezzo può essere impiegato particolarmente per le specchiature che s'incurvano facendole entrare nelle infossature de' telaj.

Quando le trombe sono a volta incavata, come indicano le figure 6, 7, 8 e 9, si possono del pari costruire ad accerchiature o a doghe; nondimeno la prima maniera è preferibile perchè più solida, ed esige minor legname e minor lavoro per vuotare le parti incavate. Se ne può giudicare dalle linee d'operazione della pianta, figura 8.

Trombe miste ed oblique.

Non si danno le figure 10, 11, 13 e 14 come esempj da imitare, ma come applicazioni del mezzo di fare le superficie con zone o cerchi. Nelle figure 10 ed 11, la tromba forma all' origine dell' arco una curvatura che va appianandosi fino a divenire linea retta alla sommità.

Per determinare quest'appianamento si è divisa la grossezza di questo vano in sei parti, e pei punti di divisione si sono condotte delle paralelle alla faccia per indicare lo spessore delle curve che debbono formare questo vano.

Da tutti i punti ove queste linee incontrano la curva si elevano perpendicolari sulla linea hf.

Prendendo successivamente per asse maggiore, fo, fn, fm, fl, fi ed fh, restando eguale l' asse minore fg, si descriveranno col metodo indicato nel Libro III, Sezione I.ª, le elissi che saranno tutte tangenti al punto g.

Queste elissi determinano per ciascun punto ove passano la misura della diminuzione di concavità nella superficie.

Per avere una sezione in un punto qualunque, come quella indicata dalla linea 8, 14, si porteranno le divisioni di grossezza sopra una linea condotta a parte, figura 12, e dopo aver elevate delle perpendicolari da ciascun punto, si porteranno su ciascheduna le altezze corrispondenti prese sulla linea 8, 14, e determinate dall'incontro delle elissi, come si vede indicato su questa figura, ove i punti corrispondenti sono marcati dalle stesse cifre.

Operazione per le figure 13, 14 e 15.

In queste figure la tromba al punto delle origini è formata da una linea retta che non è perpendicolare alla faccia, ed alla sommità da una curva, cioè all' opposto della precedente. Determinate come sopra le divisioni che indicano la grossezza dei cerchi, si eleveranno dal di sopra della pianta le perpendicolari che segheranno la linea di base fk, nei punti che marcheranno le estremità dei quadranti d' elisse e del loro semiasse minore, partendo dal punto f.

Si farà la stessa operazione per la curva corrispondente alla sommità,

onde avere gli estremi dei semiassi maggiori, figura 14. Così conoscendo gli assi di ciascuna elisse si potranno descrivere col metodo qui sopra indicato.

Si troverà la curvatura della parte formante nicchia, seguendo una linea retta qualunque, collo stesso processo della figura precedente. Quella della figura 15 è presa nel mezzo sull' asse maggiore.

Delle calotte.

Nell'arte del legname si indicano con questo nome tutte le curvature a tutto sesto a doppia curvatura, formanti semivolte verticali a guisa di nicchia.

Queste curvature possono formarsi con cerchi verticali od orizzontali.

La figura 17 indica una mezza nicchia sferica formata da cerchi verticali con un fondo semicircolare al centro. La pianta ed il profilo, figure 16 e 18, bastano per intendere quest' operazione.

La figura 20 è una nicchia rialzata sopra una pianta semicircolare, figura 19, formata di pezzi o cerchi orizzontali col profilo, figura 21, indicante la disposizione dei pezzi di legno per formarla.

Da questi esempi, e da tutto ciò che si è detto, risulta che puossi formare o rivestire con questo metodo ogni specie di superficie a semplice o a doppia curvatura; tutta l' arte consiste nel descrivere le curve convenienti a ciascun cerchio, qualunque sia la sua posizione, orizzontale, verticale o inclinata.

Dal fin qui detto sulle curvature sarà facile applicare il metodo proposto per costruirle, alle aperture di porte o di finestre dette di Marsiglia, di Monpellieri e di Sant Antonio. Siccome noi siamo entrati in tutti i dettagli necessari a formare queste superficie, nel terzo Libro di quest' opera, ci asterremo dal tornare su tale argomento.

ARTICOLO III.

RIVESTIMENTO DELLE VOLTE

Tutto ciò che abbiam detto sui rivestimenti delle arcate si può applicare a quelli delle vôlte; solo è necessario avere un' idea giusta della formazione della superficie di esse, e conoscere la natura delle curve che ne formano la curvatura primitiva.

Le superficie delle volte cilindriche, che sono le più semplici, si possono considerare composte di una serie di curve formanti la loro curvatura primitiva, riunite da linee rette paralelle ai lati o all' asse; d' onde risulta: 1.° che tutte le sezioni che tagliano l' asse obliquamente producono curve che sono un allungamento della curvatura primitiva, che è la curva perpendicolare all' asse; 2.° che tutte le sezioni paralelle all' asse danno linee rette.

Dietro questi risultati si potrebbero formare i rivestimenti di una volta di questa specie o con pezzi retti situati secondo la lunghezza o con curve formanti centine, poste secondo la larghezza. Ma siccome i legni più secchi sogliono diminuir di grossezza, succederebbero tosto disunioni che lo renderebbero di spiacevole aspetto; è più conveniente formar questi rivestimenti come quelli la cui pianta è arcuata a compartimenti di pezzi, disposti gli uni secondo la lunghezza e gli altri secondo la larghezza, con specchiature come lo indica la figura 1 della Tav. CXXXVI. Questi rivestimenti non presentano per le vôlte a botte maggior difficoltà di quelli a pianta arcuata, di cui abbiamo parlato.

Ma quando si tratta di vôlte a crociera o a schifo, figure 2 e 6, le curve formanti la riunione delle parti di vôlta di cui si compongono presentano qualche maggiore difficoltà, specialmente quando ad esse si fa portare una porzione della superficie delle parti di vôlta che si congiungono; nonpertanto se ne viene a capo operando come si è spiegato per le vôlte di legname grosso, Libro V, Sezione 1.ª, Capo III. Similmente per le vôlte a crociera, dopo aver descritte sulla pianta le linee paralelle a ciascun lato della projezione in pianta degli spigoli rappresentati dalle diagonali, si formeranno le centine seguendo le curve

corrispondenti a queste linee. Tagliate poscia le estremità di queste centine secondo gli angoli del quadrilatero, si traccierà collo stesso modello sulle faccie verticali, una curva, partendo dalle parti tagliate, per formar questi angoli. Questa curva comparirà più elevata perchè comincierà ad un punto più avanzato di quella che passa pel mezzo. Dividendo quindi queste curve per una stessa grandezza, si tireranno dai punti di quella di mezzo alle due altre, delle linee rette che indicheranno la posizione del regolo, per formar le parti delle vôlte che si riuniscono allo spigolo di mezzo.

Le modanature che debbono portar queste curve, come anche le infossature e le piaghe per le commessioni colle specchiature e colle traverse, si tracciano con paralelle; il che si fa agevolmente dai falegnami coi graffietti preparati espressamente; e si eseguiscono con pialle munite di ganasce che servono a guidare lo stromento per formare le incavature o le modanature.

Per le vôlte a schifo, l'operazione non differisce da quella che abbiamo indicato, se non in ciò che la superficie preparatoria dev' esser fatta secondo le curve corrispondenti alle paralelle che indicano sulla pianta lo spessore del pezzo; ed anche in ciò, che per trovare lo spigolo di mezzo che deve formare un angolo rientrante, fa duopo incavare il pezzo secondo una curva che si traccia collo stesso calibro sopra una delle faccie esteriori, per avere le profondità di quest'incavatura a ciascuna linea retta tracciata dalle curve delle estremità a quelle del mezzo, come si vede dalla figura 9.

Delle lunette.

Quando si tratta di una lunetta che penetra una vôlta sotto la sua sommità, figure 10 e 11, lo spigolo che si forma all'incontrarsi delle superficie, è una curva a doppia curvatura, la cui esecuzione presenta difficoltà ancor maggiore delle precedenti; ma se ne può trionfar facilmente operando come si è spiegato nel Libro V, per simili lunette di legname grosso.

Si supporrà dapprima un poligono inscritto nella curva, formato con pezzi retti e piatti, commessi come i telaj di legname minuto. Questa disposizione è indicata dalle figure 10, 11 e 12 che esprimono la pianta, l'alzato ed il profilo di questa lunetta col modo di trovare l'allungamento

dei pezzi e delle curve per formarla. In queste figure si sono indicate le parti corrispondenti colle stesse cifre e lettere, affinchè si possa seguire più facilmente.

È facile concepire che questa operazione è applicabile allo sviluppo di ogni specie di lunette, qualunque possa essere la posizione e la forma della curvatura di esse.

Quando la direzione di una lunetta è obliqua in pianta o in alzato, e non offre una curvatura simmetrica, bisogna fare l'operazione pei due lati, mentre per le curve simmetriche basta una sola, perchè i modelli fatti per un lato possono servire per l'altro rovesciandoli.

Delle vòlte sferiche e sferoidiche.

I compartimenti da farsi per rivestire le superficie sferiche, si compongono di curve che sono sempre archi di cerchio in pianta ed in alzato. In quanto alle diminuzioni delle larghezze, si trovano coi principj di sviluppo spiegati nel Libro III.

Nelle vòlte sferoidiche le curve dei pezzi formanti scomparto, sono parti di elissi che possono tracciarsi colle ordinate alle parti di cerchio corrispondenti, come indica la figura 2, Tavola CXXXVII.

Per facilitare l'esecuzione dei pezzi verticali fa duopo che sieno compresi fra due piani verticali tendenti al centro; d'altronde è la disposizione che più conviene per la regolarità dei compartimenti.

Quando non si vuol dare ad essi tal direzione, e che formano compartimenti curvati, si cercherà la curva corrispondente alla direzione, o alla corda della curva della parte curvata, che si traccia quindi sulla faccia sviluppata.

Non ci estenderemo maggiormente su tali rivestimenti perchè non si usano quasi mai, essendo soggetti a storcersi e a disunirsi; si preferiscono ad essi gli stucchi ed i gessi anche sulle vòlte in legno; questi ultimi sono infinitamente meno costosi e non sono esposti agli stessi inconvenienti.

CAPO QUARTO

DELLE SCALE IN LEGNAME MINUTO

Sono d' ordinario picciole scale che si praticano nell' interno degli appartamenti per servire di disimpegno ai pezzi situati l'uno sopra l'altro. Siccome il sito è spesso limitatissimo, ed i punti d'arrivo e di partenza sono fissi, si è talvolta obbligati di dar loro delle forme contornate onde avere la *sfuggita*, cioè la facilità di poter salire e discendere senza rischiare di urtar il capo contro la parte inferiore dei gradini superiori quando la scala fa più di una rivoluzione. V'è un certo merito a far girare una scala comoda in un picciolo spazio (1). La figura 1 fino alla 10, Tavola CXXXVIII, rappresentano la pianta e i dettagli di una scala di questo genere tratta dalla Raccolta di legname di M. Krafft, ed eseguita a Parigi sotto la direzione dell' architetto Mandar.

Questa scala, la cui pianta è circolare, con fascie curve e nocciuolo vuoto, comincia da una rampa retta, e dopo aver percorso circa i tre quarti della circonferenza del cerchio, finisce con una parte di fascia curva precisamente sopra il punto ove ha cominciato.

Ciascun gradino, eccetto il primo, è composto di due tavole commesse a infossature e linguette, delle quali una forma il di sopra e l'altra il davanti. I gradini sono fissati per le estremità nelle fascie con piaghe e trattenuti con cavicchie di ferro munite di testa e di viti e dadi.

Intorno alla pianta si è collocato lo sviluppo delle parti di fascia che vi corrispondono col loro agrossamento e le piaghe dei gradini. Ciascuna parte è indicata con lettere e cifre corrispondenti a quelle della pianta per facilitarne l' intelligenza.

Le figure 1, 2, 3 e 4 della Tavola CXXXIX rappresentano le piante ed i dettagli di una scala a vite a giorno sopra una pianta circolare, con gradini profilati alle estremità senza fascia ed isolata in modo che non

(1) Sarebbe impossibile offrire esempi di tutti i casi che possono incontrarsi; non si può che indicare, come abbiam fatto per le costruzioni in legname grosso, la via da seguire per ottenere le più comode e regolari divisioni dei gradini. Vedi il Libro V, Sezione 2, Capo II.

è sostenuta se non nel punto ove comincia e in quello ove finisce. Si dà a queste scale il nome d'imprevedute, perchè possono facilmente stabilirsi dopo nello stesso interno degli appartamenti. Del resto l'ardire e l'eleganza della loro costruzione possono in certi casi farle riguardare come oggetti di mobili. Ciascun gradino è a tutto legno con taglio e sovrapposizione come i gradini di pietra o di legname grosso. Questi gradini sono fortemente riuniti fra loro alle estremità con doppie cavicchie a viti e dadi, che le uniscono successivamente coi gradini inferiori e superiori attraversandone obliquamente la larghezza, come lo indicano le figure 3 e 4.

Per evitare le fenditure e gli storcimenti a cui è soggetto il legno pieno si potrebbe fare la massa di legname grosso rivestita di legname minuto. Con questo mezzo si riunirebbe la bellezza alla solidità.

Dei gradini in legname minuto.

I gradini di legname minuto si fanno con una, due o tre tavole. Nelle scale rette chiamate da mugnajo e nei marciapiedi o nelle scale da biblioteca, ciascun gradino non è formato che di una tavola sola, commessa nelle fascie a maschi e code di rondine con piaghe, come indicano le figure 5, 6 e 7, Tavola CXXXIX.

In quanto alle scale di disimpegno i gradini sono d'ordinario composti di due tavole. Quella che forma la parte superiore ha 18 in 20 linee di spessore; essa è ornata sulla parte anteriore da un profilo in forma di astragalo. Questa tavola è commessa in intaccature praticate nelle fascie, talvolta con maschi come lo indica la figura 8. L'altra tavola che forma il davanti può avere 10 in 12 linee di spessore; si commette con quella superiore a incavature e linguette, figura 9.

Quando si vuol formare un soffitto al di sotto, vi si aggiungono altre tavole che si commettono fra loro e nelle fascie a incavature e linguette. Per impedire che le commessure si aprano in un modo spiacevole pel ristringimento a cui soggiaciono tutti i legni, si possono commettere a sovrapposizione, come lo indica la figura 10.

Quando queste tavole o rivestimenti posano sotto i gradini la cui larghezza è più grande ad una delle estremità che non all'altra, come nelle rampe spirali, il di sotto deve formare uno sbieco, prodotto dalla differenza di girone indicata dalle figure 11 e 12.

I rettangoli A D E B, F H I G, figura 12, indicano lo spessore che deve avere il pezzo di legno per contenere lo storcimento, ed il trapezio D F G E, figura 11, la sua forma sviluppata.

Facendo questo rivestimento di due pezzi, le loro grossezze saranno indicate dai rettangoli F O N L ed M R I P. È facile vedere che lo spessore diminuisce a misura che diviene minore la larghezza.

Quando il di sotto delle scale deve essere a scomparti e specchiature, lo spessore delle fascie e le asse per le ringhiere devono essere sviluppate.

In quanto alle traverse ed alle specchiature, i legnami che le formano debbono essere scantonati come il di sotto di cui abbiamo testè parlato.

Delle fascie rette e curve, e degli alberi delle scale.

Le fascie rette non presentano difficoltà nella loro esecuzione: non trattasi che di tracciare sulle loro superficie interne il profilo dei gradini per incavare le pieghe che debbono riceverli. Conviene soltanto osservare che se i gironi dei gradini non sono eguali, la parte superiore della fascia deve essere una superficie storta, determinata da linee secondo il prolungamento dei gradini, che debbono essere orizzontali, quando la fascia è a sito, e quindi formare un angolo retto colle verticali delle parti anteriori dei gradini, figura 14.

Delle fascie curve.

Queste fascie debbono essere considerate come parti di cilindri incavati, la cui base è espressa dalla projezione in pianta, e che sono tagliati obliquamente. Fa duopo osservare a questo riguardo che un cilindro incavato formato da curve concentriche, figure 13, 14 e 15, essendo tagliato paralellamente alla sua base con un piano retto, dà ovunque uno spessore eguale; ma se si suppone che questo piano divenga obliquo è evidente che soltanto la linea intorno alla quale ha girato il piano non cangerà di grandezza, perchè rimane paralella al piano di projezione; tutte le altre tendenti al centro della curva, divenendo oblique a questo piano, si allungheranno in ragione del loro allontanamento dalla linea intorno a cui il piano ha rotato Per questa ragione le curvature allungate

che formano i modelli delle parti oblique di cilindro nelle quali debbono prendersi le fascie, non sono di eguale larghezza. Ma siccome il di sopra e il di sotto di tali fascie debbono essere a livello nel senso delle perpendicolari alla curva in pianta, o secondo la direzione del prolungamento dei gradini, le scantonature che si fanno a tal fine ridanno alle superficie superiore ed inferiore delle fascie una larghezza uniforme come nel piano di projezione a cui queste linee di livello divengono paralelle.

La figura 14 indica la maniera di formar queste curve allungate per una fascia la cui projezione in pianta è un'elisse. Si è considerata questa fascia come un pezzo obliquo di un cilindro a base elittica. Per trovare la larghezza e l'inclinazione del pezzo nel quale può essere compresa la fascia si è cominciato dal fare sopra la pianta, figura 13, il profilo dei gradini appresso alla fascia, col mezzo delle altezze e delle larghezze dei gradini elevati sopra la pianta. Fatto questo profilo, si è tracciata una curva che passa per gli angoli dei gradini. Si sono quindi condotte delle paralelle a questa curva per marcare gli spigoli superiore ed inferiore della fascia dalla parte dei gradini.

In quanto all'esterno della fascia, si è diviso il contorno di essa nello stesso numero di parti come l'interno, e dopo aver elevate delle perpendicolari da tali punti di divisione, si sono riuniti alle divisioni interne con orizzontali condotte dai punti, ove questi ultimi incontrano le curve del di sopra e del di sotto, e per queste intersezioni si sono tracciati gli spigoli esteriori della fascia.

Fatta questa projezione verticale, si sono condotte dai punti estremi delle paralelle per indicare il pezzo di cilindro nel quale deve trovarsi la fascia, economizzando il più possibile la grossezza del legname.

Per eseguire questo taglio obliquo bisogna avere un modello, figura 15, che dia le curve superiore e inferiore.

Per formare questo modello si sono tracciate delle perpendicolari da tutti i punti in cui le verticali elevate sopra la pianta incontrano la linea retta sopra il taglio obliquo; sonosi quindi portate su queste linee le grandezze delle ordinate corrispondenti tracciate sulla pianta, e per i punti dati si sono tracciate le curve allungate che debbono formare gli spigoli del modello. Si farà uso di esso per tracciare i pezzi di legno con cui si deve formare la fascia, non prendendo che la parte che può essere compresa in ciascuno di questi pezzi e si formeranno abbattendo

il legno fuori delle parti tracciate. Fatte le faccie curve, si traccierà su quella dalla parte dei gradini il profilo di essi per le piaghe che debbono riceverli, e le linee superiore ed inferiore che devono essere tangenti agli angoli dei gradini: le linee tracciate sul calibro serviranno a marcare i punti corrispondenti delle linee di livello per formare il di sopra e il di sotto. Si è marcata sul calibro la commessura che si può adattare: è una specie di zig-zag che si serra con una chiave. Tutte queste operazioni sono indicate dalle stesse lettere e cifre nei punti corrispondenti, nelle figure 13, 14 e 15.

Quando il piano di projezione delle fascie di una scala è un cerchio o un'elisse, le curve di allungamento sono sempre elissi, delle quali basta conoscere i due assi per tracciarle in modo esatto servendosi del metodo indicato nel Libro III.

Ma se la curva in pianta non è nè un'elisse nè un cerchio, il suo allungamento può farsi con ordinate come si è indicato. Questo mezzo è generale per tutte le specie di allungamenti, qualunque sia la curva, prendendo per ordinate le linee che non cangiano grandezza nella projezione in pianta o in una projezione espressamente fatta.

Delle scale ad S.

La disposizione dei gradini nelle scale, la cui pianta presenta la figura di un'S, merita un'attenzione speciale; infatti se per procurare alle fascie una forma regolare, si dividesse su ciascuna di esse i gradini in parti eguali, ne risulterebbero due gravissimi inconvenienti. In primo luogo gli spigoli dei gradini non si presenterebbero perpendicolari alla direzione che segue naturalmente una persona salendo, quindi verso il mezzo della scala i gradini diverrebbero più stretti di quelli delle estremità, benchè al collo fossero tutti di eguale larghezza. Disposta in tal modo una scala non potrebb' essere nè comoda nè piacevole.

Ecco con qual mezzo si potranno evitare tali inconvenienti. Tracciata la pianta della scala, figura 16, si dividerà la sua larghezza in due parti eguali per avere la linea dei gironi G G; poscia il numero dei gradini, e determinata la larghezza del girone si porterà quest'ultima sulla linea del girone, il che darà i punti 1, 2, 3 ecc. per dove debbono passare le parti anteriori dei gradini.

Fatta questa operazione, si prenderà sulla pianta la lunghezza interiore di una delle fasce (essendo tutte e due perfettamente simili nel caso di cui trattasi) che si svilupperà sulla linea *a k*, figura 18.

Si dividerà quindi questa linea in tante parti eguali quanti sono i gradini; poi, sopra una linea di lunghezza qualunque *q c*, si eleveranno due perpendicolari, una delle quali *p q* avrà per lunghezza la larghezza grande del primo e dell'ultimo gradino, e l'altra *c v* quella della loro picciola larghezza (queste due dimensioni unite non devono ecceder mai in grandezza due divisioni della fascia). Riunendo i punti *p*, *v* con una linea retta, si formerà un trapezio sul quale si troveranno tutte le diverse larghezze degli altri gradini, dividendolo con un numero di perpendicolari eguale a quello dei gradini. Del resto il risultato di questa operazione non è che una progressione aritmetica nella quale la somma degli estremi è eguale al doppio della somma dei medj.

Minima grandezza degli spazi nei quali è possibile stabilire scale circolari.

Nella seconda parte del *Trattato Teorico* e *Pratico dell'arte del Carpentiere*, pubblicato nel 1820 dall'architetto Krafft, si trova la soluzione di tre problemi di questo genere, il risultato de' quali sembrerà certamente un utile complemento ai dettagli ne' quali siamo entrati su questa parte importante della costruzione.

PROBLEMA PRIMO

Qual è il più picciolo spazio circolare su cui si possa stabilire una scala comoda, cioè i cui gradini abbiano 6 pollici di passo, 12 di girone, tre piedi di lunghezza e 6 piedi di sfuggita; condizione che determina 13 gradini in una rivoluzione? Figure 11 e 12, Tavola CXXXVIII.

RISULTATO DELLA SOLUZIONE: 7 piedi, 1 pollice e 7 linee.

PROBLEMA SECONDO

Qual è il più picciolo spazio circolare su cui si possa stabilire una scaletta praticabile, benchè un po' stretta, cioè coi gradini di 6 pollici

di passo ed 8 di girone: che abbia 6 pollici di nocciuolo e 72 di sfuggita; ciò che riduce a 18 il numero dei gradini di una rivoluzione?

RISULTATO DELLA SOLUZIONE: 5 piedi, 0 pollice e 2 linee.

PROBLEMA TERZO

Forzati dalla collocazione a ridurre il girone di ciascun gradino a 7 pollici ed 8 linee, di portare il passo a 6 pollici e 4 linee d'altezza, e di non metterne che 12 in una rivoluzione, qual è il minore spazio circolare su cui possa essere costrutta questa scala, riducendo il suo nocciuolo a 5 pollici? Figure 13 e 14, Tavola CXXXVIII.

RISULTATO DELLA SOLUZIONE: 4 piedi, 5 pollici e 6 linee.

SEZIONE SECONDA

OPERE MOBILI DI LEGNAME MINUTO

CAPO PRIMO

DE' TELAJ, DELLE IMPOSTE, DE' SPIRAGLI, DELLE PERSIANE E GELOSIE.

DEI TELAJ

Sotto il rapporto della costruzione, i telaj possono essere considerati come il più ingegnoso e delicato lavoro da falegname, e l'arte non potrebbe attualmente ricevere nessun perfezionamento utile nelle forme e nelle proporzioni che ciascuna parte ha ricevuto dal tempo e dall'esperienza.

Si dividono comunemente i telaj in molte specie secondo la grandezza e le forme loro; ma siccome oltre alcune particolarità di esecuzione facilmente interpretabili, la costruzione è eguale assolutamente in tutti i casi, non si parlerà in questo Capo che del modo di disporli e metterli insieme (1).

Tutti i telaj si compongono di due parti distinte, cioè del vero telajo e di ante o telaj invetriati. Il telajo è formato di due battenti B B, figura 1, Tavola CXL, del pezzo d'appoggio P, e della traversa superiore A; vi si aggiugne talvolta una traversa C, detta *impostatura*, per diminuire l'altezza de'telaj quando le finestre sono molto grandi.

I telaj de'vetri sono formati, 1.° di due battenti, uno de'quali *f* chiamasi a *noce*, e l'altro *g* a *regolo* per quello a destra; quello a sinistra

(1) I dettagli seguenti sono tolti in parte dall'opera di Roubo figlio, che ha dato la più compiuta descrizione di questi lavori.

ha anch'esso il suo battente a *noce f* ed un picciolo *h* detto a *gola di lupo*; 2.° della traversa superiore *i*; 3.° del gocciolatojo *l*; 4.° di molte traverse *m* commesse a maschio e femmina nei battenti che servono a contenere le lastre di vetro.

Nelle finestre di 10 piedi fino ai 12 o 15 di altezza si mettono d'ordinario le impostature onde diminuire quant'è possibile la grandezza ed il peso dei telaj, e maneggiarli più facilmente; le finestre sono generalmente munite d'imposte a telaj di vetri e quelle che non ne devono avere sono sempre disposte in modo da poterne ricevere in seguito.

Ai battenti fissi di queste finestre si danno 2 pollici in 2 pollici e 6 linee e per fino 2 pollici e 9 linee di spessore sopra 4 pollici o 4 pollici e 6 linee di larghezza se vi sono trombature; e soltanto 3 pollici se non ne esistono (1). Si deve fare in modo che essi diminuiscano l'apertura della finestra almeno di un quarto di pollice sull'altezza e sui lati; figura 1, dettagli 3 e 4.

Lo spigolo interno di questi battenti è solcato da un'infossatura profonda 5 in 6 linee sopra 6 in 7 di larghezza, la quale serve ad isolare le imposte de' telaj a vetri. Lo spigolo dell'infossatura che è sul fianco del pezzo, come anche quello del battente a noce che deve applicarvisi contro, sono poscia di nuovo incavati in forma di *quadrante*, in modo da formar insieme una scannellatura a semicerchio nella quale trovasi esattamente collocata la metà del pernio.

Per trattenere i telaj lungo i battenti fissi e chiudere più esattamente l'apertura della finestra, si pratica sullo spessore di questi ultimi una incavatura in forma di canale, che si chiama *noce*, nella quale va a collocarsi una bacchetta della stessa misura che si pratica nei battenti de' telaj chiamati perciò battenti di *noce*; questa incavatura deve avere i due quinti dello spessore del telajo; figura 1, dettagli 3 e 4.

Le commessure dei battenti immobili colle traverse superiori e coi pezzi d'appoggio si fanno a maschio ed inforcatura, a meno che per un caso straordinario le traverse superiori non sieno assai larghe mentre allora vi si farebbero soltanto delle piaghe. Lo spessore di queste commessure deve essere due settimi di quello del battente o il terzo al più; figura 1, dettagli 4 e 5,

(1) La larghezza dei battenti fissi è determinata dallo spessore che formano le due parti ripiegate delle imposte de'telaj a vetri, più la grossezza dell'ingegno che serve a portare la spagnoletta che si trova fra esse ed impedisce che si uniscano.

I pezzi d'appoggio hanno dai 3 fino ai 4 pollici di spessore, secondo il modo onde il bancale si combina colle intaccature della spalla; il dettaglio 4 indica il miglior modo di formare queste unioni.

Le traverse superiori debbono avere la stessa grossezza dei battenti fermi con pollici 2 e 1/2 si 3 di larghezza ed 1 pollice di più nelle finestre internamente achianciate, figura 4.

La larghezza di queste traverse è determinata, 1.° da quella dell'intaccatura; 2.° da quella della bocchetta della spagnoletta; 3.° dalla sovrapposizione delle imposte de' vetri più un pollice di spazio per poterli maneggiare.

Le impostature sono, come si è gia detto, traverse che servono a diminuire la soverchia altezza de' telaj; esse debbono avere 3 in 4 pollici di altezza, sopra una larghezza eguale a quella dei battenti fermi presso l'intaccatura, a meno però che i telaj a vetri non salgano, come nelle finestre arcuate, fino all'origine della curvatura, mentre allora dovrebbero terminare ove termina la spalla.

L'impostatura al di sotto ha internamente un'intaccatura nella quale entra la grossezza del telajo, ed alla quale si danno 6 in 7 linee di altezza. Lo spazio compreso fra il di sotto della traversa superiore e l'impostatura è chiuso da telaj fermi, innestati all'alto ed al basso in intaccature; per l'inferiore si segue la disposizione stessa dei pezzi d'appoggio e dei gocciolatoj de' telaj mobili. Questi due telaj sono divisi da un pezzo verticale largo come il regolo sporgente nel battente destro, commesso sotto e sopra a maschio e femmina, figura 4.

Quando le finestre sono arcuate superiormente, si collocan le impostature a livello delle origini della curva; ma quando sono squadrate, dopo aver fatto il compartimento totale de' quadretti, salvando la larghezza delle impostature, de' gocciolatoj e delle traverse, vi si metterà l'impostatura all'altezza di un quadretto sotto l'architrave della finestra. In tutte le finestre i quadretti debbono essere di forma oblungata; possono avere l'altezza di un quarto, fino ad un terzo di più della loro larghezza.

Nelle finestre arcuate bisogna far girare i battenti fermi della stessa larghezza anche intorno alla curva; allora si fa la traversa arcuata di tre o quattro pezzi commessi ad inforcatura, o per maggiore solidità a zig-zag; le due estremità della traversa arcuata si commettono a maschio nell'impostatura.

I battenti de' telaj differiscono di larghezza in ragione della loro grandezza e delle modanature con cui si vogliono ornare le finestre; frattanto la larghezza dei battenti sinistri non varia che dai 3 pollici ai 3 pollici e 1/2 nelle finestre di larghezza ordinaria, cioè dai 4 ai 5 piedi di apertura, dei quali 2 pollici per la parte men larga ed il rimanente per la noce e la modanatura.

I battenti a destra hanno per larghezza primieramente lo spessore dei battenti fissi con quello delle loro infossature, il quale varia dai 2 pollici ai 2 e 1/2; più quello della parte men larga che può avere da 6 linee fino ad un pollice, secondo che le finestre sono più o meno larghe; finalmente quello della modanatura *m*; riguardo ai piccioli battenti *p*, la loro larghezza comprenderà quella della parte men larga e della modanatura, più la metà del loro spessore; dettagli 7, 8, 9 e 10.

In quanto alla grossezza del telajo, può variare dalle 15 fino alle 20 linee, secondo lo esigono la grandezza delle finestre o le condizioni del contratto. Si può diminuire proporzionalmente la larghezza dei legni nelle finestre al di sotto delle dimensioni ordinarie; ma la grossezza di essi rimane costantemente la stessa.

La costruzione delle finestre di straordinaria grandezza, come quelle dei grandi appartamenti, delle gallerie, serre ecc., non differisce da quella delle precedenti che per la grossezza e lunghezza dei pezzi; essendo la grossezza dei battenti de' telaj in queste finestre portata fino a 2 ed anche 3 pollici, e la loro larghezza fino a 4 in 5 pollici.

Le traverse superiori del telajo *h*, figura 1, hanno ordinariamente 3 pollici di larghezza sopra uno spessore eguale a quello dei battenti. Ai gocciolatoj si danno dai 3 ai 4 pollici di larghezza sopra 1 pollice ed anche 1 e 1/2 in larghezza più dello spessore de'telaj. Quest'eccesso di sporto serve a formare un lacrimatore, la cui parte al di sotto è incavata a taglia goccie per facilitare lo scolo delle acque esternamente; dettagli 5 e 6.

Le traverse e i gocciolatoj avranno le stesse forme e dimensioni nei telaj delle impostature; si potranno però tenere alquanto più strette che nei grandi telaj, onde lasciar più spazio alla luce; dettaglio 6.

Le aperture de'telaj a gola di lupo, dettaglio 8, sono preferibili alle altre perchè tengon fermi i telaj nella loro altezza e si congiungono meglio in tutte le loro parti. Non si debbono impiegare le aperture a gola, dettaglio 9, ed a smentatura, dettaglio 10, che nelle porte a vetri, e nel caso di finestre di pianta curva.

Ne' telaj che si aprono a gola o a smentatura i due battenti che si uniscono debbono essere di una stessa larghezza; ed hanno oltre lo spessore de' telaj quello del fianco esterno o interno, secondo che sono situati a destra od a sinistra; dettagli 9 e 10 (1).

Lo spessore dei piccioli legni è eguale a quello de' telaj. La loro commessione debb'essere in fondo all'infossatura, e si farà più profonda che sia possibile, sopra 3 in 4 linee di larghezza al più per lasciar maggior forza alla parte posteriore dei piccioli legni, dettaglio 11.

In generale tutta la solidità di queste opere consiste nelle unioni; fa duopo che sieno estremamente giuste, ed eseguite con tutta la possibile precisione. Basta però che la commessione sia giusta sulla grossezza, altrimenti l'estremità dei battenti si fenderebbe.

Le porte a vetri differiscono dalle finestre di cui abbiamo parlato, dall'aprirsi sempre a gola o a smentatura, come testè abbiam detto, e perchè inferiormente hanno certe specchiature intorno alle quali gira la stessa modanatura che è al di sopra. Queste specchiature sono agguagliate al di fuori o fanno corpo sul telajo, ed allora chiamansi specchiature ricoperte; dettaglio 12.

Sulle traverse d'appoggio delle porte a vetri si devono riportare e foggiare delle cimase piane di uno o due pollici di larghezza, secondo la grandezza delle porte, che gireranno, della stessa grossezza, lungo i fianchi per servire a portar le imposte de' vetri.

Nei muri in pietre greggie si usa incavare e murare nei quadri lo sporto del profilo del pezzo d'appoggio e dell'impostatura, ma si evitano le intaccature togliendo dei due fianchi lo sporto di questi profili nella larghezza delle infossature quando i muri sono di pietre di taglio.

Quando il telajo immobile è a sito fa duopo applicarvi i telaj a vetri onde vedere se lo spazio è eguale per tutta la larghezza della finestra: perciò è necessario far ferrare questi lavori prima di metterli a sito.

Prima di murare e fermare una di queste opere è necessario metter fra i telaj e le traverse dei battenti fissi, delle picciole biette grosse com'è lo spazio libero che si vuol dare ad essi onde non si facciano piegare murandoli; fa duopo anche mettere de' cunei di legno fra il

(1) Internamente il battente che si apre il primo deve sempre essere nel telajo destro, come indicano i dettagli 8 e 9, a meno d'un caso straordinario, come nelle porte a vetri di cui sempre si deve spingere innanzi il telajo a destra entrando nell'appartamento.

battente fermo ed il muro per contenere il sistema mentre si sta murandolo, ma soltanto rimpetto alle traverse ed alle imposte, perchè i battenti non pieghino. Si fermano essi con arpioni murati sepolti per tutta la loro grossezza nei battenti ove sono fissati da viti a testa schiacciata; o per maggior solidità si dà a questa estremità dall'arpione la forma di coda di rondine. Se v'è un po' d'intervallo fra i telaj ed il fondo delle intaccature, il che è quasi inevitabile, si riempie con gesso mescolato ad alquanta polvere, onde impedire che spinga troppo il telajo fermo.

DELLE IMPOSTE

Le imposte sono anche di legname minuto destinate a chiudere con più sicurezza le aperture delle finestre ed a modificare l'intensità della luce nell'interno degli appartamenti. Le imposte si compongono di battenti, di traverse, di specchiature e di fregi disposti a scomparti come nei rivestimenti, figura 2.

Le imposte sono sempre divise in due e talvolta in tre parti, in ragione della larghezza del telajo che coprono e della profondità o grossezza del muro. Perchè sieno di un pezzo solo, cioè senza fenditura sulla larghezza, fa duopo che le grossezze de'muri sieno tali da poterle contenere, il che non avviene che in un piano sotterraneo o nel piano nobile di un palazzo. Quando le imposte sono così disposte, non vi si fa incavatura all'intorno, e si montano con gangheri e nodi sullo spigolo, o per maggior proprietà, con cardini; dettagli 13 e 14.

La spezzatura delle imposte si fa in due maniere diverse; 1.° ad infossatura e linguetta, come indicano i dettagli 15, 18 e 21; 2.° ad intaccatura; dettagli 16 e 17. Le ultime parti delle imposte spezzate debbono essere più strette di 15 linee almeno, onde lo sporto dell'anello della spagnoletta non nuoca rompendole, e non occorra far impiagature nel pezzo fisso per farvi entrare le ferramenta; dettaglio 16.

In generale ai battenti delle imposte che portano i ganghori si danno pollici 2 fino a 2 e 1/2 di larghezza più le intaccature e la modanatura, e 3 linee ed anche 6 di meno a quelli delle rive; quelli della spezzatura debbono avere insieme 3 in 4 pollici di larghezza, e il loro spessore dev'essere 14 in 16 linee.

Le traverse delle imposte debbono aver di larghezza 2 pollici e 1/2 o 3 pollici in coltello, tanto le superiori che le inferiori e quelle di mezzo,

più la larghezza delle modanature e delle intaccature. Le loro commessioni debbono sempre essere situate, per quanto è possibile, dietro l'incavatura ed aver di grossezza i due settimi di quella delle imposte. Per maggiore solidità si faranno passare queste commessure a traverso dei battenti di spezzatura.

Lo scomparto delle imposte è soggetto alle stesse condizioni di quello de' rivestimenti e delle porte, e perciò mandiamo il lettore alle spiegazioni che diamo su tale soggetto.

Delle persiane.

Chiamansi persiane le serrature formate di telaj come quelli delle finestre, ma il cui vuoto è riempito da regoli sottili di legno distanti fra loro quant'è grosso il telajo, e disposti diagonalmente dall'alto in basso in modo da riparare l'interno degli appartamenti contro il sole e la pioggia, lasciando passar entro liberamente l'aria e la luce, figura 3.

L'uso delle persiane sembra dal loro nome venirci dall'Asia, ed è infatti verisimile che questa ingegnosa invenzione venga dal paese stesso di cui porta il nome.

Le persiane debbono sempre aprirsi all'infuori, possono essere posate senza battenti, accomodate soltanto nelle incavature praticate nella pietra o nel gesso sullo spigolo esteriore del fianco della finestra. Quando le persiane debbono avere i battenti questi debbono essere situati nella infossatura; dettagli 22 e 23.

I legni de' telaj hanno dai 3 fino ai 4 pollici di larghezza sopra 15 ed anche 20 linee di spessore, secondo lo esige l'altezza delle finestre. I regoli si commettono ne' telaj in tre maniere diverse: la prima è di farli entrare in intaccature ne'battenti, osservando di farle più profonde superiormente affinchè i regoli si serrino nell'entrare. Si fermano al basso con una punta da ciascuna parte; dettagli 24 e 25.

La seconda maniera è di farli entrare in incavature come i primi e di praticare un pernio che entra in un foro che si fa nel mezzo dell'intaccatura; dettagli 26 e 27.

La terza finalmente è quella di non fare nè intaccature nè pernj, ma di fare in ciascun regolo un maschio largo 5 in 6 linee. Quest'ultima maniera è la più solida e conveniente; ed è anche preferibile per ciò che non si è costretti a metter la traversa larga all'alto del telajo;

in questo caso si lascia ai maschi di due o tre regoli soltanto una lunghezza sufficiente onde poterli incavicchiare; dettagli 26, 28 e 29.

Si abbatterà sopra e sotto la grossezza delle traverse internamente secondo l'inclinazione de' regoli; sarà lo stesso circa quelle di mezzo, alle quali si potrà dare lo spessore di 2 o 3 regoli secondo l'altezza della finestra.

Talvolta i regoli sono mobili in tutta l'altezza del telajo o soltanto in una parte; ma in questo caso non possono sovrapporsi orizzontalmente gli uni sugli altri, come si vede nel dettaglio 30. Si posano i regoli mobili in modo che quando sono chiusi possano unirsi esattamente gli uni cogli altri; i regoli possono essere foggiati a gola sulla grossezza; vi si possono anche praticar delle intaccature, il che è più solido delle smentature ordinarie.

Delle gelosie.

Le gelosie, figura 4, possono essere considerate come specie di cortine di legno atte a supplire, con economia, le persiane di cui ora si è parlato. Le gelosie si compongono di lamine larghe 4 pollici con 2 linee di spessore, trattenute a distanze eguali fra loro da fettuccie che le inviluppano, e attraversate da corde che servono a farle salire, discendere e muovere in tutti i sensi. Nulla v'ha di più ingegnoso del loro meccanismo, nè di più semplice della loro costruzione. L'uno e l'altra sono tanto conosciuti in oggi che ci sembra inutile entrare in più lunghi dettagli su tale riguardo, tanto più che le figure che ne diamo bastano da sè sole a facilitarne l'intelligenza; vedi il dettaglio 31.

CAPO SECONDO

DELLE PORTE

Nell'architettura il principale oggetto dei lavori da falegname essendo quello di formar superficie commesse per rivestire i solaj ed i muri, divider l'interno degli appartamenti e far le serrature mobili alle aperture praticate nei muri degli edifici, ne risulta che tutte queste opere diverse debbono presentare fra loro nella lor disposizione molti punti di rassomiglianza. Questa osservazione può applicarsi senza restrizione alla costruttura delle porte, tanto più che vi s'impiegano generalmente le disposizioni proprie dei tavolati, degli scomparti dei rivestimenti e delle tramezze secondo il capriccio dell'artista, ed i luoghi ove debbono essere collocate. Le figure 1 alla 5, Tavola CXLI, offrono l'insieme delle principali applicazioni che sono state fatte di questi varj sistemi di commessure. A ciò che è stato detto sopra ciascuno di essi nei capi precedenti aggiugneremo alcuni dettagli particolari circa la costruzione delle porte tanto interne che esterne.

Delle porte piene.

La costruzione delle porte piene differisce poco da quella de'solaj continui, de'quali abbiam già parlato. Queste porte si compongono di tavole commesse fra loro a infossature e linguette e con chiavi per impedire che si disuniscano, ed alle estremità sono commesse in traverse chiamate incastrature. Quand'esse hanno più di 15 linee di spessore si congiungono in piano e vi si riportano le linguette che si fanno più sottili che sia possibile, onde conservare più solidità alle commessure. Queste, che possono anche convenire alla parte superiore delle tavole e delle altre opere dello stesso genere, sono rappresentate dalle figure 15 e 16 della Tavola CXXXI.

È essenziale dare dello *sfogo* ai maschi che entrano nelle incastrature, cioè allargare i fori delle caviglie nei maschi ed ingrandire le pieghe in senso contrario, acciò quando ciascuna tavola si ritira in sè stessa nè dalle cavicchie, nè dalle spalle sieno trattenute e facciano fendere le commessure (1).

Questo sfogo deve adunque essere eguale nei due lati come lo indica il dettaglio E, nel quale le linee punteggiate marcano il vero posto delle cavicchie, e quelle tracciate a destra ed a sinistra la grandezza dello sfogo.

Quando queste porte sono troppo esposte all'umidità non si mette che un'incastratura al di sopra e semplicemente una barra al basso perchè in questa situazione i maschi infracidirebbero troppo presto. Questa osservazione può egualmente applicarsi a tutte le altre opere esposte all' aria ed alla umidità.

Dei portoni.

Le ante dei portoni sono d' ordinario composte di un grosso telajo per ciascheduna, all' alto del quale è una specchiatura, e di due sportelli, uno fisso e l' altro mobile (2), figura 5.

Lo spessore del grosso telajo dei portoni debb'essere proporzionato alla loro altezza: sarà esso di 4 pollici nelle porte alte 12 piedi; di 5 pollici in quelle di 15, e di 6 pollici in quelle di 18 piedi d'altezza. I battenti delle rive devono avere la larghezza eguale allo spessore, più la grandezza

(1) La parola *sfogo* può egualmente applicarsi al vuoto che si osserva nel fondo delle commessure praticate sulla larghezza dei legnami, come nelle intaccature delle specchiature coi telaj, e che si ottiene dando agli incavi una profondità maggiore della larghezza del regolo che deve entrarvi, misurata al di fuori delle sue linguette. Così nelle commessure la maggior larghezza delle linguette e l' eccesso della profondità degli incavi non hanno altro scopo fuor quello di formare un doppio sfogo ai legni quand' essi si restringono a cagione del gran caldo o si gonfiano a cagione della umidità nel verno. Nascono necessariamente da queste variazioni alcune irregolarità nei compartimenti dei legnami minuti; ma siccome la temperatura media è la più costante, bisogna attenersi ad essa per istabilire i lavori in tutta la loro regolarità.

(2) La distribuzione dei compartimenti nei portoni è sottoposta alle stesse condizioni di qualunque altro lavoro di legname minuto; spetta all'arte il trarre il maggior partito possibile dai dati che le somministrano l'esperienza e la pratica. Altre volte si sostituivano delle intelajature alle specchiature inferiori che correano pericolo d' essere guaste; talvolta si muniva anche il davanti delle porte d' una spranga di ferro piatta collocata all' altezza degli assi per preservare il legno da ogni danno. Questi mezzi, convenientemente studiati, potrebbero dar luogo ad una decorazione ragionata preferibile a quella già adottatasi pei lavori di tale natura.

del campo che può variare dai 5 ai 7 pollici in ragione dell' elevazione della porta; conviene anche aggiugnervi 1 pollice, 15 ed anche 18 linee, per la modanatura che si fa lungo tutti gli spigoli interni; figura 4, dettaglio 1.

I battenti del mezzo avranno la stessa larghezza di campo e di modanatura dei precedenti, più la metà dello spessore di essi, per le porte che si aprono a incavature, ed il terzo in quelle che si aprono a noce; dettagli 2 e 3.

Le traverse di sopra come quelle di mezzo debbono avere lo spessore e larghezza di campo dei battenti, più 2 pollici o 2 pollici e 1/2 di portata per quello di sopra, e le indentature e modanature necessarie tanto per queste come per quelle di mezzo; dettagli 4 e 5.

Le traverse inferiori debbono avere 5 pollici almeno di larghezza e 6 pollici al più, onde non impacciare quando si passa sopra per gli sportelli: il loro spessore è eguale a quello dei battenti, nondimeno talvolta si tiene più forte in modo da formar plinto sulla parte anteriore; dettagli 6 e 7.

I battenti che portano lo sportello debbono essere fermati internamente; si lascieranno 15 linee di guancia aggguagliate quelli che hanno 4 pollici di spessore, 18 linee in quelli di 5 pollici, e 21 in quelli di 6 pollici; le incavature avranno la larghezza del terzo di ciò che rimane dopo la guancia, o dello spessore dello sportello, il che è lo stesso, sopra 1 pollice di profondità.

La traversa sopra lo sportello dev'essere incavata del pari, ma non si farà incavatura a quella di sotto, perchè non servirebbe che a conservar l'acqua, ciò che farebbe marcire la traversa.

Negli sportelli fissi e nei battenti di telaj si deve mettere una chiave sull' altezza nelle porte picciole e due nelle grandi; queste chiavi che servono a contenere la diversione dei battenti e ad impedire che le porte pieghino, debbono avere larghezza e spessore convenienti. Lo sportello mobile è simile in tutto all' altro, eccetto che invece d'incavature vi si fanno infossature della stessa profondità.

Le commessure dei grossi telaj debbono aver i due settimi o il terzo al più della grossezza del telajo; debbono essere estremamente giuste, devesi evitare di farle troppo forti nel senso dello spessore, dovendo essere tutta la loro forza secondo la larghezza. Se le commessure non empiessero esattamente le incavature o infossature de' telaj si avrebbe

cura di empirle con barbe serbate alla radice dei maschi e delle inforcature. Questa osservazione è essenzialissima, perchè quando rimane del vuoto fra le commessure la guancia può infossarvisi.

Gli spigoli dei battenti delle ripe debbono essere rotondati affinchè non nuocano all' apertura della porta. Si forma d' ordinario un regolo schiacciato sul battente di mezzo della larghezza della incavatura o della noce. Lo sviluppo di questo regolo dev' essere di un quarto di pollice circa ond'eguagliare lo spazio che si osserva fra le due ante; dettagli 2 e 3.

Anticamente l' ingresso dei portoni era munito di soglie col mezzo delle quali i portoni erano appoggiati del pari all' alto ed al basso, in guisa che le ante erano sufficientemente trattenute da una semplice incavatura: ma, soppresse le soglie, fu duopo ricorrere al modo di fermarli a *noce* per supplire all'appoggio che queste procuravano alla parte inferiore delle ante. Questo metodo ha anche il vantaggio di render più facile la ferratura; dettaglio 5.

La posatura dei portoni è penosissima pel loro peso enorme. Il falegname non ha altra cura che di metterli a sito; l'essenziale consiste nella bontà e solidità del murarli. Il falegname deve recare tutta la sua attenzione a far posare le porte esattamente verticali e addrizzando l'una coll' altra; questa precauzione è soprattutto essenziale quando l'apertura di queste porte è a noce. Giova non lasciare all' alto che un quarto di pollice di spazio, mentre per quanto sieno buone le infissioni, il peso enorme delle ante le fa sempre discendere e con ciò procura ad esse tutto lo spazio necessario.

Sulla larghezza fa duopo avvicinar l' una all' altra le due ante inferiormente, ed al contrario dar 9 linee di spazio all' alto, ed anche 1 pollice nelle porte di grande altezza, il che si fa intromettendovi una zeppa di grossezza pari alla misura dell' isolamento che si vuol ottenere.

Quando si vuol attaccare ai muri un portone fa duopo aver cura di assicurarlo bene con zeppe al basso ed ai lati; e di non levar queste zeppe se non ventiquattr'ore dopo che la porta è murata perchè il gesso abbia avuto tempo di far presa, e le murazioni non provino, per quant'è possibile, alcun movimento.

Le porte ad un'anta sola, indicate sotto il nome di *porte bastarde*, alle quali si danno da 4 fino a 6 piedi di larghezza, si fanno nella stessa maniera degli sportelli de' portoni: vi si osserva la stessa disposizione e la stessa grossezza di legnami. Talvolta in queste porte si sostituisce alle

specchiature piene della parte superiore, un graticcio per procurar luce ai luoghi cui danno ingresso, figura 6.

Delle porte degli appartamenti.

Ciò che si è detto precedentemente circa la costruzione dei rivestimenti, può del tutto applicarsi a quella delle porte interne; queste non differiscono dalle prime se non in quanto debbono essere apparenti da ambe le parti. Le porte degli appartamenti si aprono sempre ad incavature: lo spessore dei legnami che vi s'impiegano è regolato a seconda della grandezza di esse, cioè: le porte alte dai 7 ai 9 piedi avranno 15 linee di spessore, quelle di 9 in 12 avranno 18 linee, e quelle di 12 a 15, 20 linee di grossezza.

Le aperture delle porte degli appartamenti sono affatto rivestite di lavori da falegname, cioè: le due faccie, di stipiti contro i quali si commettono i rivestimenti; e il di sotto e i fianchi della grossezza dei muri con rivestimenti che si commettono cogli stipiti, figura 7.

La posatura di queste porte esige alcune precauzioni per conservare l'allineamento e la simmetria nelle infilate, cose che lo studio e la pratica fanno ben presto conoscere.

Gli stipiti che debbono ricevere le porte si posano in maniere diverse sulle aperture in legno o in gesso. Nelle tramezze di grosso legname si possono fermare con chiodi, quando i legni sono apparenti, oppure attaccarli con arpioni a vite, una delle estremità dei quali è in più luoghi traforata per infiggere i chiodi ne' travi che formano le porte, il che è preferibile. Quando queste sono ne' muri gli arpioni a viti debbono essere codati e terminare in un pezzo da murarsi, onde poter entrare nelle murazioni.

In quanto ai controstipiti, si fermano con chiodi sulle tramezze di grosso legname, e nei muri con arpioni retti fissi a viti obliquamente al di sotto, in modo che la parte da murarsi passi interamente fuori, per poter essere più facilmente munito.

Si possono anche riunire gli stipiti coi rivestimenti con viti a teste perdute, e fermarle quindi sui lati con arpioni da punte, o da gesso, il che è ancora più solido.

Trovandosi i rivestimenti a bastanza trattenuti dalle infossature e linguette che si uniscono agli stipiti, è utile soltanto stringerli al di dietro

con zeppe allorchè vi si trova troppo spazio onde impedire che pieghino nel senso della larghezza.

Indipendentemente dalla disposizione ornamentale del compartimento, i rivestimenti e le porte sono suscettibili di ricevere l' applicazione di certi ornamenti presi dagli ordini architettonici: così in queste opere come in tutte quelle dello stesso genere, gli spigoli saglienti de'telaj, dei battenti e delle traverse possono essere lavorati in modo da formare un quadro intorno alle specchiature, ai fregi ed ai pilastri da essi disegnati. Ai quadri in tal guisa formati si dà il nome di *compartimenti a piccioli quadri*; figure 7, 9 e 10, dettaglio 8.

Per procurare maggior grandezza e rilievo a questi ornamenti, in certe occasioni l'arte fu condotta ad aumentar la grossezza de'telaj onde poter far distaccare i quadri sporgenti sui campi degli scomparti; ma siccome quest' apparecchio importerebbe troppo lavoro e troppa perdita di materiale, si immaginò poscia di riportare a infossature e linguette intorno le specchiature, e indentatura a' telaj, dei veri quadri più grossi di questi ultimi. Il risultamento che si voleva e che in effetto si ottenne da questa disposizione, fece dare ad essa il nome di *compartimento a grandi quadri*; figura 9, dettagli 9, 10, 11 e 12.

I quadri a indentature si commettono in due maniere: la prima è di tagliarli semplicemente ad ugnatura, e di ritenere la commessione con una specie di chiave o traversa detta dai Francesi *pigeon*; dettagli 9 e 10.

La seconda e miglior maniera è quella di commetterli a maschi e femmine o ad inforcature per tutta la larghezza del quadro, il che è preferibile ai maschi a spalla, perchè il quadro si trova trattenuto per tutta la sua larghezza; dettaglio 11.

Le indentature o infossature che ricevono i quadri debbono essere poco profonde onde indebolir meno le guancie di questi ultimi; o perciò non si daranno ad esse che 3 in 4 linee di profondità, e il loro spessore sarà 2/7 di quello de' telaj; dettaglio 12.

Nelle opere a doppia parete, come sono le porte interne, avviene talvolta che dietro certe disposizioni la distribuzione degli scomparti non corrisponda esattamente da una faccia e dall'altra il che dà luogo a commessure complicate indicate dai falegnami francesi col nome di *flottages*. Tutte le difficoltà di questo genere si trovano riunite in due porte della chiesa di S. Genevieffa, delle quali mio figlio ha particolarmente diretto l'esecuzione: sono quelle che chiudono l'ingresso della chiesa dalla parte

della scala che conduce alla cappella sotterranea ove sono deposte le ceneri di Germano Soufflot, autore di questo bel monumento.

Le figure 9 e 10 della Tavola CXLI fanno vedere le due faccie di queste porte, fatte con scelto legno di quercia; sono 13 piedi e 6 pollici di altezza dalla parte più grande (metri 4,385) sopra 7 piedi e 2 pollici di larghezza (metri 2,328) comprese le due aste sulle quali sono commesse. I legnami dei battenti e delle traverse sono stati presi in battenti da portone grossi 4 pollici.

Del resto, i dettagli 14, 15, 16 e 17, posti sotto questa figura, non presentano nulla che non sia facile spiegare col sussidio di tutto ciò che è stato detto circa le commessure nei capi precedenti, ed è perciò che crediamo non dover aggiugner nulla alla descrizione grafica.

SEZIONE TERZA

LAVORI DA FALEGNAME APPARTENENTI ALLE CHIESE

Sostituendo la pietra al legno nella costruzione degli edificj, ne è risultato, come abbiamo già detto, maggiore durevolezza; ma assicurate che ebbe le produzioni dell' arte di edificare contro le intemperie delle stagioni, l' uomo dovette poi assicurare la propria esistenza contro le infermità prodotte dall' umido e dalla frescura delle murazioni. I Romani, che curavano ciò che poteva concorrere alla salubrità, come ciò che serviva alla piacevolezza delle abitazioni, ricorsero in diversi casi a certi apparecchi ingegnosi descritti da Vitruvio, e dei quali alcuni esempi sussistono ancora (1). D' altronde, siccome sotto l' influsso del bel cielo d' Italia questi inconvenienti non potevano essere di lunga durata, i tappeti, le tappezzerie o il fuoco dovevano bastare il più delle volte a tener sani gli appartamenti momentaneamente impregnati d' umidità atmosferica; però non si vede che abbiano mai rivestiti i muri e le soffitte d'altro che di musaici o di stucchi anche nell'interno dei loro appartamenti (2).

Se in mezzo a tutti i soccorsi da cui siamo circondati nelle nostre abitazioni, i rivestimenti di legno ci sembrano necessarj per preservarci dal contatto del marmo e della pietra, questi lavori sono assolutamente indispensabili nei vasti monumenti, come sono le nostre chiese, che debbono essere costantemente abitate dai preti, senza che sia possibile raddolcirne la temperatura. Alla necessità in cui si è trovata l' arte di far figurare le opere di legname nella disposizione interna degli edificj tanto per utile come per decorazione, dobbiamo il conoscere fino a qual punto possa perfezionarsi questo genere di lavori.

(1) Vitruvio, Libro VII, Capo IV, *de politionibus in humidis locis*. Vedi nel Tomo II, Libro IV, la traduzione di questo passo e le note che l' accompagnano.

(2) Vedi le Ruine di Pompei di M. Mazois.

CAPO PRIMO

DEI PORTAPIVIALI ED ALTRI ARMARJ

I portapiviali sono certi armarj ad uso delle sagristie, che presentano una disposizione particolare, così che meritano di essere minutamente descritti. Vedi la Tavola CXLII.

Sono larghi 11 piedi sopra 5 piedi e mezzo di profondità ed alti 3 piedi e 3 pollici e mezzo; sono muniti internamente di cassetti semicircolari, il diametro de' quali è 10 piedi e mezzo sopra circa 3 pollici di profondità. Il fondo, che è a giorno, è formato da traverse larghe 2 pollici che s'incrocicchiano ad angoli retti, per formare vuoti di 6 pollici in quadratura, figura 2; sono infissi in una curva larga 7 in 8 pollici sopra 1 pollice di spessore. Questo fondo eccede di due pollici la circonferenza del cassetto.

All' interno e sulla parte piana di questa curva, a 2 pollici dall'esterno, sono commesse sette od otto aste marcate A, di 3 piedi e 3 pollici e mezzo di altezza sopra 9 in 10 linee di spessore all'alto, e 15 in 16 al basso, onde potervi fare un doppio maschio per maggiore solidità.

Ai due lati di queste aste esistono piaghe di 4 in 5 linee di larghezza, corrispondenti ad un'altra infossatura praticata intorno alla curva per ricevere le curve formanti il lato arcuato del cassetto.

La parte anteriore è fatta con una forte tavola di due pollici e 1/2 di spessore sopra pollici 3 di altezza partendo dal fondo.

Nel mezzo B di questa parte anteriore è praticato un foro per tutta la sua altezza, del diametro di un pollice, che trovasi nel mezzo del diametro del cassetto.

Si munisce questo foro con una canna di rame rovesciata in un quadrato alle sue estremità, per fissarle sopra e sotto il cassetto col mezzo di viti, dopo averne incassata la grossezza, figure 8 e 9, onde formare una superficie unita.

A traverso di tali fori praticati nel mezzo della faccia di ciascun cassetto, si fa passare un asse di ferro ben rotondato intorno al quale debbono muoversi per uscir fuori.

Ciascun cassetto è separato da una piastra o girella di ferro grosso 2 in 3 linee, avente un foro rotondo per infilarla nell'asse onde isolare i cassetti. Queste girelle si fanno di ferro per render più dolce il movimento girando sui margini di rame delle canne e renderli meno suscettibili di logorarsi. Le figure 1, 2, 3 e 4 rappresentano la pianta, l'alzato, la sezione del portapiviali è la prospettiva di esso che fa vedere il modo con cui s'aprono questi cassetti.

Le figure 5, 6 e 7 indicano il dettaglio delle commessure dei cassetti colle loro ferramenta.

Vi sono due modi di sostenere la circonferenza dei cassetti; la prima è quella di posare sei aste all'intorno commesse nel portapiviali: si muniscono di carrucole come anche i piedi anteriori del portapiviali sulle quali debbono strisciare i cassetti (Vedasi il dettaglio, figure 6 e 7). Questo mezzo, oltre all'essere costosissimo, richiede per parte degli operaj molta precisione e molte cure nell'accomodarli; senza ciò i cassetti sono rozzi o difficili da movere e soggetti a sconcertarsi per poco che si sforzino. Per evitare in parte questi inconvenienti, sarebbe duopo che le carrucole fossero alquanto coniche e tendenti al centro del cassetto onde sostenere in tutta la loro grossezza e logorar meno il legno. Per maggior perfezione l'asse di queste carrucole dovrebbe esser mobile diminuendo di grossezza per essere conico anch' esso; e perchè non potessero gli assi staccarsi dalle aste di legno, bisognerebbe fermarli su piattabande di ferro accomodate sulle aste stesse, figure 5, 6 e 7.

La grande spesa prodotta dalla ferratura ordinaria ha fatto immaginare un altro mezzo chiamato a canalature che non ne esige veruna.

Si collocano tali canalature in modo che eccedano il telajo per 2 pollici onde portare i cassetti. La grossezza di essi è pollici 2 ai 2 e 1/2; si commettono a maschi sui piedi della parte anteriore del portapiviali, e nelle aste interne sulle quali passano a inforcatura; perciò fa duopo osservare di tenere una delle canalature più lunga dell' altra 2 pollici, e per trattenerli si posano de' ganci o barbozze sotto le commessure, come ai piedi anteriori, figure 10 e 12.

Fa duopo che il di sopra di queste canalature sia ben unito ed orizzontale onde l'attrito sia picciolo più ch' è possibile; e per meglio facilitare il moto si rotonda la parte superiore delle canalature e il di sotto dei cassetti, acciò non si tocchino quasi che in un punto.

La larghezza di queste canalature dev'essere dai 4 pollici e mezzo ai 5 pollici. Le aste non debbono avere meno di 2 pollici di spessore.

La parte posteriore delle aste, come anche delle canalature, debb'essere infossata per ricevere tavole sottili che si posano stese sul lato, figura 11.

Il telajo dei portapiviali deve farsi in legno di 2 pollici con specchiature a compartimenti.

Quand'è isolato vi si possono praticar delle porte per approfittare dello spazio che lasciano le parti circolari.

Le aste che portano i cassetti devono essere disposte in modo che di due in due se ne trovi una che salga dal fondo, cioè che poggi sul pavimento della sacristia.

La parte superiore dei portapiviali si fa in legno grosso un pollice e mezzo incassato alle due estremità con due o tre chiavi sulla lunghezza delle commessure, e si potrebbe far anche in forma d'impiallacciatura.

I portapiviali non debbono posare sul pavimento ma essere elevati 5 in 6 pollici onde l'aria vi passi sotto. D'altronde questa elevazione è necessaria per mettere sul davanti un marciapiede di 2 piedi in 2 e 1/2 di larghezza, che deve porsi innanzi a tutti gli armarj delle sacristie.

I portapiviali sono chiusi anteriormente da due porte spezzate come le ante degli spiragli, ferrate nelle due aste di fronte; siccome queste porte hanno molto sviluppo, si possono fortificare internamente con barre a code situate diagonalmente.

Quando si vuol far uso dei cassetti d'uno di questi portapiviali si sostengono con due pali marcati C, grossi tre pollici quadrati, che si mettono sul davanti nei fori espressamente fatti nel pavimento, figure 2, 3 e 4. Questi pali sono muniti di carrucole all'altezza di ciascun cassetto; ma sovente questi pali che hanno poca stabilità si spostano; ciò che fa sfuggire il cassetto e può sforzarlo: perciò sarebbe meglio accomodare sopra una mensoletta de' pali con contraffissi; allora in vece di fori quadrati, che sono spiacevoli alla vista e talvolta anche pericolosi, si farebbero piccoli dadi di bronzo ne'quali entrerebbero tre pernj di ferro di 5 in 6 linee di grossezza situati sotto i dadi di ciascun palo (1).

(1) Stanchi del servigio incomodo di portapiviali a cassetti, i sagrestani della cattedrale di Digione incaricarono M. Saintpère, architetto di detta città, di studiare un meccanismo che loro potesse permettere di usarne continuamente. Per adempiere questo scopo ha immaginato il mezzo rappresentato dalle varie figure della Tavola CXLIII, che ci sembra molto ingegnoso e tanto più utile da pubblicare, in quanto può contribuire a perpetuar l'uso dei portapiviali a cassetti ed applicarsi perfettamente a tutti quelli stabiliti col metodo ordinario.

Si è veduto precedentemente che i cassetti formanti un semicerchio giravano sopra un asse co-

V'è un' altra maniera molto più semplice e meno costosa di fare i portapiviali.

Si forma un armario di 8 in 9 piedi di larghezza sopra circa 7 piedi di altezza, nel quale sono posati de' cavalletti mobili sui quali si posano i piviali piegati in due: perciò si dà ad essi 5 piedi a 5 e mezzo di sporto, ed altrettanti d'altezza.

Questi cavalletti sono posati a perni nel fondo dell' armario; sono disposti in modo che si possano aprire e chiudere indipendentemente gli uni dagli altri e che possano anche aprirsi tutte in una volta, se fa duopo. Questa maniera di fare i portapiviali è comodissima; tiene assai meno sito di quelli a cassetti; i piviali vi si conservano meglio, sono meno soggetti ad ammaccarsi, specialmente quando sono di stoffe dense o riccamente broccate. Le figure 13 e 14 rappresentano uno di questi portapiviali, in cui tutti i cavalletti sono disposti come debbono essere nella pianta e nell' alzato.

Questo modo di sospendere i piviali può anche servire alle tuniche ed alle pianete, facend'uso di portamantelli attaccati ad uncini di ferro, come si pratica per gli armarj delle guardarobe. La figura 15 indica la forma dei portamantelli per le tuniche, e la figura 16 quella per le pianete.

Vi sono altri armari d' appoggio per le pianete ed altri ornamenti di mezzana grandezza. La larghezza di essi deve essere 4 piedi almeno sopra 2 piedi e mezzo di profondità.

Ve ne sono alcuni muniti di cassetti, nei quali si collocano gli ornamenti; altri non contengono che tavolette a giorno, accomodate sopra canalature. La loro distanza varia dai 4 agli 8 pollici, in ragione degli ornamenti che debbono contenere.

Sopra gli armari d'appoggio se ne pongono altri che sono di due specie; gli uni per le sacristie delle messe e gli altri per quelle chiamate *tesori*.

mune a cui erano obbligati col loro centro. Finora non si era osservato che dando a questa armatura una forza conveniente era suscettibile di ricevere e sostenere da sola il peso e la portata dei cassetti. Ciò ha sentito perfettamente M. Saintpère; e per giugnervi ha armato il di sotto dei cassetti con una ferratura a braccia ch'egli chiama *pate d'oie*; queste braccia sono rinforzate dalla loro estremità fino al centro ove si riuniscono ad una forte canna. Per questa canna i cassetti s'infilano in un maschio di ferro tornito e temperato, fermato solidamente all' alto ed al basso, intorno al quale sono sospesi come un piatto e girano colla più grande facilità.

Sulla Tavola da noi formata dietro il disegno di M. Saintpère, abbiamo aggiunte note spieganti tutti i dettagli, messi in misura con scale proporzionali.

Quelli per le sacristie delle messe non debbono aver più di 2 piedi d' altezza sopra 15 in 18 pollici di larghezza, non servendo ad altro che ad inchiudere i calici. Sotto vi sono de' cassetti pei lini ed altri oggetti di poco volume: per quant'è possibile fa duopo che ciascun prete possa avere il suo armario particolare e il suo cassetto al di sotto.

Gli altri armari per le sacristie o tesori servono a rinchiudere le argenterie, i lini, la cera e gli altri effetti. Tutti questi armari debbono essere solidissimi, di una decorazione semplice e nobile con specchiature agguagliate internamente.

La figura 17 rappresenta un armario di questo genere veduto di fronte e di profilo con l' indicazione di tutte le commessure.

CAPO SECONDO

DELLE SEDIE DA CORO E DEI CONFESSIONALI

Delle sedie da coro.

Le sedie da coro sono specie di gradini (1) di legno in forma di sedili disposti nei cori per uso degli ecclesiastici durante il servigio divino e per quello del pubblico in molte circostanze. Servono non solo come sedili ma anche come appoggi per certi passi degli uffizj, ove chi vi assiste deve stare in piedi; in guisa che, sotto il rapporto dell'utile, il punto essenziale consiste nell'aggiustatezza delle dimensioni che d'altronde sono invariabili come le proporzioni medie del corpo umano che ad esse servono di base. Circa alle particolarità di costruzione, sarebbe quasi impossibile in oggi di far qualche utile modificazione a quelle che si trovano in Roubo, che le ha tolte dalle opere migliori in questo genere.

Le divisioni dei seggi sono formate da specie di mensole doppie chiamate traverse *(parcloses)*, Figure 1, 2, 3, 5 e 21, Tavola CXLIV, la cui parte superiore serve di appoggio. I falegnami indicano tal fatta di appoggiatoi col nome di musoni *(museaux)*, per la loro forma singolare; vi si danno 3 piedi e 3 pollici di altezza, onde poter appoggiarvisi comodamente allorchè si è in piedi.

La larghezza di ciascun sedile da un mezzo all'altro de' musoni è dai 22 ai 25 pollici, ma la prima di queste dimensioni non è ammissibile che nei cori delle monache. Quelli della chiesa di Nostra Signora di Parigi, che sono comodissimi, hanno due piedi di larghezza da un mezzo all'altro dei musoni.

L'altezza superiore del sedile S, figure 1, 2, 3, 4 e 5, che è mobile, deve essere, quando è abbassato per sedersi, pollici 16 e 1/2, esso ha al di sotto uno sporto a fondo di lampada. Quando il seggio è alzato, l'altezza della parte superiore di questo fondo di lampada M,

(1) Nelle prime basiliche cristiane questi gradini erano di pietra o di marmo come quelli degli anfiteatri; se ne vedono ancora di simili in qualche antica chiesa cristiana.

figure stesse, sul quale si appoggia quando si è in piedi, deve essere di 26 pollici; e ad esso quand'è alzato si dà il nome di sostegno delle manganelle *(misericorde)*, senza dubbio per sollevare il clero che recita la maggior parte dell'ufficio in piedi.

Gli appoggi che terminano il fondo delle manganelle sono pezzi grossi 2 pollici circa, formanti sommità ai due lati allorchè i sedili sono isolati. Gli spigoli superiori che sono alla portata della mano sono rotondati; al di sotto v'è d'ordinario un tallone senza filetto fatto nella massa. Quando i sedili superiori non sono isolati, vi si trova un rivestimento al di sotto, e la larghezza di questo pezzo è circa 4 pollici; se l'appoggio è isolato si dà ad esso 5 pollici di larghezza.

All'appoggio dei sedili inferiori, che sono sempre isolati, si danno 6 in 7 pollici di larghezza, affinchè vi si possa deporre un libro.

I musoni, che si commettonò in questi appoggi, hanno 6 pollici nella loro maggior larghezza e pollici 3 e 1/2 nella più picciola, con uno spessore eguale a quello degli appoggi. Il profilo usitato è un grosso astragalo all'alto ed al basso, un tallone con filetto sagliente che si unisce con quello degli appoggi; ma siccome l'astragalo ed il filetto sporgente potrebbero incomodare, si fanno perdere nella parte circolare che si unisce al fondo raddolcendoli a segno che si confondono colla faccia piana dell'appoggio. Questa unione vuol esser fatta con destrezza, acciò non produca un cattivo effetto. D'altronde si può formare un profilo che non abbia bisogno di tale espediente.

Gli appoggi si commettono a infossature e linguette coi dossieri dei sedili e il doppio rivestimento che è posteriormente, figure 15, 16, 17, 18, 19 e 20. Le parti formanti il musone si commettono cogli appoggi ed i sederi mobili o doppi modiglioni formanti le separazioni dei sedili, tagli a maschi e femmine, infossature e linguette come si vede dettagliato nelle figure 8 e 9.

La figura 7 indica un mezzo geometrico di descrivere il contorno dei musoni e la loro unione all'appoggio del dossiere.

Divisa la lunghezza A D in tre parti eguali, dal punto B della prima divisione, partendo dall'allineamento del profilo del fondo, si condurrà una paralella indefinita sulla quale si porterà da B in E l'ottavo di A D, ed A B da E in F; per quest'ultimo punto si condurrà una paralella ad A B per indicare l'unione del dossiere colla parte più stretta del musone col mezzo di un quarto di cerchio E G, il cui centro è in F.

Portato quindi il terzo di B D da D in H, si descriverà un cerchio col raggio H D; portato quindi il raggio H D da E in I, si è condotta H I, e sul mezzo si è elevata una perpendicolare che incontra B F prolungata in K; condotta poi H K, si è descritto dal punto K l'arco di unione F L colla curvatura del fondo e il rotondamento anteriore del musone.

L'unione delle modanature colla faccia dell'appoggio, si farà col portare gli sporti da F in 1, 2, 3 per descrivere da ciascuno di questi punti de'quarti di cerchio col raggio E G.

I sederi mobili sono, come si è già detto, specie di modiglioni formanti la divisione dei sedili. Si fanno scorniciati sul davanti e la larghezza in due pezzi per formare la profondità dei sedili; vi s'impiegano legni di 2 pollici di spessore commessi a infossature, linguette e chiavi. All' alto vi si fanno portare due maschi riuniti da una linguetta di 8 in 10 linee di spessore, figure 8 e 21, onde commettersi più solidamente col di sopra formante musone.

Inferiormente, il pezzo che congiugne il dossiere porta un maschio passante, che deve attraversare il sommiere formante il fondo dei sedili. Nella larghezza del maschio passante si pratica una piaga larga 6 in 7 linee, nella quale si fa entrare una chiave che serve a far congiugnere il modiglione sul sommiere ed a fissarla solidamente.

Nell'altro pezzo di sedere formante modiglione s'intagliano due beccatelli in forma di cimasa, commessi a coda di rondine nello spessore del sedere, figura 21; sul davanti si riporta a legno d'accompagnamento un capo di cimasa commesso ad unghia per nascondere le code di rondine. Nello spessore del legno s'intagliano le modanature e gli ornati che debbono decorare i sederi mobili.

I sommieri sono pezzi marcati B, figura 3, larghi 6 pollici sopra 3 di spessore, sui quali si commette il fondo de' sederi col mezzo delle piaghe a giorno per ricevere i maschi passanti, de' quali si è parlato; sono incavate al di sopra per ricevere il dossiere, al di sotto per la sottobase dei sedili. Questo pezzo porta sul davanti un'infossatura di 13 in 14 linee sopra 8 di larghezza pei sedili mobili che si serrano di sopra. I sedili mobili S si fanno con tavole unite larghe 10 pollici sopra 13 in 14 linee di spessore; la loro lunghezza è determinata dalla larghezza dei sedili lasciando una linea circa di giuoco. Si attaccano di sotto dei pezzi a fondo di lampada E, formanti i falsi sedili che si chiamano misericordie. Lo sporto di essi è dai 5 pollici ai 5 pollici e 1/2 sopra 18 pollici

di lunghezza e 9 in 10 pollici di larghezza od altezza presa nel mezzo. Il di sotto è ornato di modauatnre ed ornamenti d' intaglio sul fondo di lampada che rimane apparente quando il sedile è alzato. La parte superiore di questi falsi sedili deve piuttosto pendere al basso quando sono levati che essere orizzontali; non debbono però mai tendere all' insù. Il massiccio dei fondi di lampada è d'ordinario incollato a commessura piana con chiavi a coda di rondine, e il di sopra è formato da una tavola riportata, come si vede indicato dalla figura 3.

Convien evitare d'ornar i dossali dei sedili con specchiature a grandi quadri per non offendere il dorso o rompere i lini dei sacerdoti. Invece di specchiature infossate si potrebbero fare sporgenti a spigoli rotondati a guisa dei cuscini di cui si munisce il dosso dei divani con modanature a piccioli quadri, come si vede rappresentato dalla lettera C della figura 1.

Le sottobasi dei sedili si fanno con picciole specchiature commesse nei mensoloni e nel di sotto del sommiere fra i due beccatelli: spesso non si fa che una specchiatura infosssta senza cornice all'intorno.

I mensoloni sono specie di plinti indicati da C, figure 3, 10, 11, 12, 13 e 14, alti 2 pollici ed altrettanto grossi, che servono di base a tutta l' opera; essi si stendono per tutta la lunghezza dei sedili e si allungano con commessure a zig-zag; sono incavati al di sopra per ricevere le sottobasi. Sotto ciascun modiglione si commettono dei piccioli baccatelli sporgenti di 4 pollici, figure 10 e 12. Le modanatnre di questi beccatelli sono fatte a legno in piedi, ed è perciò che per farli è duopo scegliere legno ben pieno. Ciascnno di questi è traforato da una piaga nella qnale entra un maschio praticato nel piede del modiglione inferiore dei sederi mobili.

L' ultimo dei sedili inferiori e superiori, quando si trovano isolati, può essere decorato con specchiatnre a grandi quadri e pilastri a quadri semplici dirimpetto ai sederi mobili formanti modiglioni.

Quando nei cori esistono due ranghi di sedili situati l'uno davanti all' altro, le sedie del secondo rango, che sono elevate più del primo, si chiamano sedie alte, e le altre sedie basse, figura 1, Tavola CXLV.

Nei cori che hanno sufficiente larghezza, si elevano i sedili bassi sopra nn marciapiede sagliente, come si è fatto nel coro di Nostra Signora ed altrove; questa disposizione procnra più grazia all' insieme e contribuisce in pari tempo alla conservazione dell'opera, isolando il legno

dal contatto dei pavimenti di pietra e di marmo, ed è anche più salubre per gli ecclesiastici.

I sedili alti debbono essere elevati 13 in 14 pollici sopra gl'inferiori, affinchè i sommieri di questi ultimi posino sul margine del solajo superiore, il che impedisce che si muovano indietro.

La larghezza del tavolato inferiore o marciapiede dev'essere 18 pollici almeno, presa dalla parte anteriore dei sedili, quando però il sito non costringa a meno.

I sedili superiori debbono essere spaziati in modo che abbiano 3 piedi di passo fra loro e quelli di sotto; così il tavolato avrà 3 piedi di larghezza più quello che sarà nascosto sotto gli armarj, che sono dietro i sedili inferiori, e lo sporto di quelli di sopra, il che dà circa 5 piedi di larghezza. Fa duopo anche osservare quando si faranno i tavolati a scomparti, che i compartimenti di essi non cominci che dal nudo degli armarj dinanzi ai beccatelli onde nulla si trovi nascosto.

Quando i sedili sono in gran numero e le uscite delle estremità non bastano per salire al rango superiore, si pratica uno o più passaggi nel rango inferiore, come è indicato nella figura 1, in ragione dell'estensione del coro, osservando che non si trovino mai meno di nove sedili fra due passaggi.

Gli ultimi sedili di questo rango, tanto alle estremità che nel sito dei passaggi, si terminano con un mezzo modiglione applicato contro un pilastro, come si vede rappresentato in pianta, in alzato e sul profilo, dalle figure 2, 3, 6, 9 e 11.

Nei cori in forma di paralellogrammo la divisione dei sedili è la stessa pei due ranghi, in guisa che si trovano situati in fronte l'uno dell'altro, la qual disposizione è la migliore possibile; ma non potrebbe essere lo stesso quando il coro è compreso in una semicirconferenza di cerchio, come si può vedere dalla figura 6, Tavola CXLV.

Di rado la larghezza dei cori è grande a sufficienza da poter dare 3 piedi ai passaggi fra gli alti sedili ed i bassi; avviene allora che i giri in quarto di cerchio non possono contenere che quattro sedili, e che i sedili bassi si congiungono ad angolo retto come si vede nella figura 8.

I sedili si posano sopra un telajo di legname grosso, o a meglio dire di grossa opera da falegname, poichè è necessario che tutti i pezzi che si compongono sieno bene appianati e tagliati giusti, secondo la forma

e grandezza dei sedili. I legni di questo telajo debbono aver quattro pollici in quadrato almeno pei pezzi principali; i travicelli che portano i palchi possono essere più sottili, purchè posati in coltello la loro altezza sia eguale.

Questo telajo è portato da altri pezzi situati sul pavimento, e nei quali vanno a commettersi le aste che sostengono il telajo del tavolato superiore: queste aste debbono essere distanti in modo da non incontrare le commessure dei travicelli, onde non indebolire il pezzo che li porta. I travicelli debbono anche essere distribuiti in modo da portare i beccatelli dei sedili, tanto retti che arcuati, quando ne esistano anche di questi, figure 2, 3 e 5.

Si deve anche aver cura che la parte posteriore del telajo sia a piombo con quella dei sedili superiori, onde il peso tanto di questi ultimi come dei rivestimenti che vi possono essere posati sopra, non poggi in falso sui travicelli e non produca la rottura dei maschi sui quali si appoggiano.

La parte anteriore del telajo deve giugnere fino all'ultimo dei maschi che entrano nei sommieri dei sedili inferiori, lasciandovi tuttavia un poco di sfogo onde non essere imbarazzati nella posatura. Le altre particolarità relative alla posatura ed alla costruzione dei sedili, si spiegano abbastanza colle figure, onde crediamo inutile diffonderci in maggiori dettagli su tale argomento.

DEI CONFESSIONALI

I confessionali non ebbero sempre la forma che loro si dà al presente; nei primi secoli dell' Era Cristiana il penitente sedeva soltanto allato del prete in un luogo ritirato della chiesa. Ma la necessità di togliere ogni pericolo ai sacerdoti ed ai fedeli nelle lunghe stazioni occorrenti a compiere i doveri della religione, ha fatto nascere queste opere nelle chiese moderne. Soggetti come le manganelle alle proporzioni medie del corpo umano, le dimensioni ne sono eguali dovunque; ma questa è presso a poco la sola rassomiglianza che presentano fra loro.

In massima un confessionale non è altro che un seggio o tribunale con un inginocchiatojo da ogni parte per la confessione auricolare, il tutto stabilito sopra un marciapiede. Fatta astrazione dalla decorazione, i confessionali sono fra i più semplici lavori per le chiese;

ma siccome in quanto al gusto, ciascuno ha finora trattato questo mobile alla sua maniera, risulta che in mezzo a tutte le varianti non esiste un modello più particolarmente adottato da citare ad esempio. Tutto ciò che si può dire su questo, è che generalmente pei confessionali, come per altari, banchi, bussole ed altri lavori da chiesa, ogni disegno esige uno studio particolare; ma che non se ne possono incontrar mai di tali che non sia facile interpretarne la costruzione colla scorta dei dettagli da noi dati per le diverse opere da falegname, e principalmente nel capo che tratta delle decorazioni architettoniche.

CAPO TERZO

DELLE CASSE DA ORGANO E DEI PERGAMI

DELLE CASSE DA ORGANO.

Si distinguono tre specie di casse da organo, grandi, medie e picciole. Le grandi comprendono tre parti, cioè, il piede o massiccio, la mostra che è al di sopra, e il positivo che è in avanti.

Il piede o massiccio A, Tavola CXLVI (1), è un corpo di legname minuto decorato di specchiature e di pilastri che serve ad innalzare la mostra. Nell'altezza di questo massiccio sono situati i pedali, i tasti a mano, i registri, le abbreviature e qualunque meccanismo per far agire questo stromento. Questo massiccio, che serve di sottobase a tutta la fronte dell'organo, non deve avere più di due terzi dell'altezza delle medie torrette della mostra la quale deve dominare.

La mostra si compone di torrette B di varie altezze separate dai corpi indietro meno elevati, i quali si chiamano faccie piane. Il tutto è munito di canne apparenti di stagno levigato che ne fanno l'ornamento principale. Le torrette che sono di pianta circolare devono sporgere innanzi ai telaj $\frac{9}{14}$ della loro larghezza o diametro, cioè il loro centro deve essere avanzato di un settimo di diametro.

La cornice C, che termina il massiccio di una cassa da organo, deve girare intorno alle torrette per servir loro di base; il di sotto dirimpetto a ciascuna è terminato da un fondo di lampada D. La parte superiore delle torrette è decorato da una specie di trabeazione E con un acroterio al di sopra, sormontato da vasi, figure od emblemi musicali.

Le faccie piane che contengono canne di lunghezza ineguali si accordano colle torrette con contorni a modiglioni ed ornamenti che dipendono dal gusto dell'artista.

(1) Questa tavola presenta i dettagli di una cassa da organo, tratta dall'Arte del falegname di Roubo, per far conoscere tutte le parti di cui si compone questo strumento, ma non per servire di guida sotto il rapporto della decorazione.

Nelle faccie piane e nelle torrette si nascondono le estremità delle canne con ornamenti chiamati a giorno.

Queste cornici sono continuate sui lati. L'ultima è uno scomparto semplice di specchiature e di traverse, con porte in tutta la lunghezza corrispondenti agli scomparti superiori. All'altezza di queste porte si colloca in isporto una specie di ponte F, per comunicare a tali porte e lavorare internamente.

Le casse da organo esigono maggior solidità di ogni altro lavoro da falegname, perchè la minima scossa può turbare il meccanismo dello stromento. Le grossezze dei legnami formanti il telajo o scheletro devono essere di 2 in 3 pollici per le picciole casse, dai 4 ai 5 pollici per le medie, e di 5 in 6 per le grandi. Le aste in fronte alle torrette debbono discendere fino sul suolo della tribuna, ove l'organo è situato, commesse con traverse e contraffissi come nelle opere da carpentiere. All' altezza dell' architrave e della cornice del massiccio è duopo collocare grandi traverse che debbono formare per quanto è possibile tutta la lunghezza dell' organo; se non si possono fare di un sol pezzo, si commetteranno a zig-zag. Dietro l' organo se ne mette un' altra onde mantenere più solidamente tutte le parti delle commessure.

Sarebbe superfluo entrare in maggiore dettaglio relativamente alle commessure. Dopo ciò, che precedentemente si è detto, non vi può essere altra particolarità che in ragione della forma e del disegno che dipendono dal gusto di quello che ne è incaricato.

Siccome gli organi si compongono di canne di grandezze e grossezze diverse in istagno levigato, che possono formare ornamento e caratterizzare lo strumento, trattasi di disporle in modo da formare un insieme piacevole, che non possa intralciare l' azione dello stromento.

Le forme delle torrette e delle faccie piane finora usate non sono le sole che si possano impiegare nel comporre questo stromento, tanto più che la mostra può contenere qualche canna di più, della quale non si fa uso, o qualche canna non apparente. Sembrerebbe più conveniente adottar forme che caratterizzino lo stromento, che decorazioni d' architettura per cui sovente non è riconoscibile.

DEI PERGAMI

Sono essi certe tribune elevate ove i predicatori salgono a declamare i loro discorsi. L' uso più comune è quello di applicare i pergami

ai piloni delle chiese ai quali sembrano sospesi, con un cielo sopra e con scale ad S per salirvi.

I pergami sono d'ordinario fra le opere più importanti del falegname, tanto per la forma, che è sempre ricercata, quanto per l'esecuzione che esige molta purezza e perfezione.

Il di sotto dei pergami termina comunemente a fondo di lampada con grosse modanature formanti la sottobase del pergamo propriamente detto.

La grandezza dei pergami all'esterno varia dai 3 piedi e mezzo fino a 4 piedi e mezzo ed anche 5 piedi, ma quella che più conviene è 4 piedi. Il tavolato deve essere alto da terra 6 in 7 piedi, l'altezza dell'appoggio è 2 piedi e 1/2; il che fa 8 piedi e 1/2 in 9 e 1/2 sopra il pavimento.

Il cielo deve essere a 5 piedi sopra l'appoggio, ed eccedere la parte interna del corpo del pergamo per un mezzo piede almeno, tutto all'intorno.

La forma più conveniente ai pergami è quella dell'ottagono con avancorpi e faccie piane o curvate.

I pergami che sono stimati i più belli a Parigi sono quelli di S. Stefano del Monte, di S. Gervasio, di S. Tomaso d'Aquino, di S. Rocco, di S. Giacomo dell' Haut-Pas. Ma queste opere di scultori, di pittori e di falegnami non hanno nè la purezza, nè la dignità che ad esse conviene. Invece d'essere sospese ai piloni dovrebbero innalzarsi dal fondo sopra una sottobase che le porti a sufficiente altezza. Quando i pergami non si possono appoggiare ad un fondo, convien farli isolati e portatili come quelli di Nostra Signora e di S. Pietro di Roma che in simil caso possono servir di regola.

CAPO QUARTO

DELLE DECORAZIONI D'ARCHITETTURA

Delle colonne, basi, capitelli e trabeazioni di legname minuto.

Per far colonne in legname minuto, che non sieno suscettibili di fendersi o di disunirsi, converrà farle come le specchiature di pianta curva, con più pezzi congiunti e incollati insieme, figure 1, 2, 3 e 4, Tavola CXLVII. Si metterà nel mezzo un palo più o meno forte in ragione del peso che possono aver da sostenere. All'estremità di questo palo si accomoderanno de' pezzi chiamati tafferie (*mandrins*) sui quali si fermeranno quelli che debbono formare la circonferenza della colonna, il numero de' quali è proporzionato al diametro di essa. Nelle colonne il cui diametro non eccede un piede e mezzo, questo numero può essere di otto, formanti all'intorno un ottagono come le tafferie sulle quali debbono essere fermati.

Quando il fusto deve essere unito ed isolato tutto all'intorno, è assai difficile impedire che i legni si disuniscano nel ritirarsi per quanto sieno secchi: ma se sono situati a poca distanza dal muro o fondo che debbono decorare, si lascia una commessura alquanto aperta senza essere incollata, in un luogo ove non possa essere veduta, sulla quale si esercita tutto l'effetto del restringimento e del gonfiamento per la sfuggita o spazio che si ha cura di facilitare agli altri pezzi nella lor commessura.

Se il fusto delle colonne deve essere ornato di scanalature è meglio che le commessioni dei pezzi che debbono formare la circonferenza di essa si trovino ove i lati hanno le scanalature perchè vi si possono riportar sopra i regoli che le nascondono.

Quando le scanalature sono piane è facile far le coste a sovrapposizione in modo da nascondere la commessura, figura 10; se queste scanalature sono incavate e riempite di canne si potranno fare le commessure, come lo indica la figura 11.

Le basi delle colonne si possono fare in due maniere; a legno pieno o vuote nel mezzo. La prima maniera ha questo inconveniente, che le basi alquanto grandi sono soggette a fenditure, a storcimenti, e ad un ritiro che fa che non si combinino più coi fusti delle colonne.

La seconda maniera consiste nel formare le basi come i fusti delle colonne, in molti pezzi di legno in piedi; questo mezzo, benchè più costoso, è preferibile.

Il zoccolo della base si fa separatamente in quattro parti, le commessure delle quali sono sulle diagonali per avere il legno di filo su ciascuna faccia. Nel mezzo si pratica una piaga circolare per ricevere la parte che forma le modanature. Questa parte formata, come abbiam detto, di pezzi di legno in piedi commessi e incollati come quelli del fusto delle colonne, deve avere un'intaccatura al di sopra per innestarvi la parte inferiore del fusto della colonna, onde nascondere la commessura. Vedi le figure 7, 8 e 9.

I capitelli si formano come le basi, tanto per le modanature, se l'ordine è toscano, dorico o jonico; quanto per le foglie se è corintio, figure 5 e 6.

L'abaco si forma con quattro pezzi commessi secondo le diagonali, come il zoccolo della base, figura 9.

Le figure 12 e 13 rappresentano due maniere d'eseguire una trabeazione corintia in legname minuto.

Tutte le parti che formano le modanature si combinano le une colle altre a infossature e linguette.

La trabeazione, figura 13, è composta di un maggior numero di pezzi pel caso che fosse in una scala più grande, o formata di legnami meno grossi. Fa duopo osservare che è meglio per facilitare l'esecuzione far la faccia denticolare di un pezzo separata a cagione dell' incavamento dei denticelli. In quanto ai modiglioni si fanno separatamente e si riportano dopo. Si commettono a maschi nella faccia del fondo e si fermano sotto la soffitta con chiodi a vite che non compariscono al di fuori.

LIBRO SETTIMO

OPERE DI FERRAMENTA

SEZIONE PRIMA

IMPIEGO DEL FERRO NEGLI EDIFICJ.

Col nome di *Serrurerie* (opere di ferramenta) si comprendono d'ordinario tre generi di lavori ben distinti, che servono alla solidità, alla sicurezza ed alla decorazione degli edifici. I primi che formano una parte essenziale della costruzione sono i soli di cui ci occuperemo in questo Libro.

Abbiamo veduto nel libro Primo di quest'opera, sezione 1.ª Capo VII, che il ferro è quello che esige maggiori apparecchi prima di poter essere impiegato ai bisogni dell' arte di edificare. Le principali proprietà del ferro sono variabilissime tanto per la natura dei minerali da cui è tolto, quanto pel grado di apparecchio che può aver ricevuto nelle grosse fucine (1); perciò dopo averne regolate le dimensioni è essenziale assicurarsi della qualità dei ferri che debbono entrare nelle costruzioni comuni e sottometterli a prove superiori all' intensità dell' azione che dovranno esercitare. Questa precauzione diviene specialmente indispensabile riguardo ai ferri componenti le armature che servono ora a rimpiazzare le travi ed i cavalletti di legname; poichè molti avvenimenti funesti hanno insegnato che nulla indica anticipatamente la prossima rottura di un pezzo di ferro, che la caduta di una sola armatura può portar quella di tutto un edificio, e che questi accidenti si presentano con tale prontezza che spesso è impossibile prevenirne le funeste conseguenze.

(1) Ferrum a ferro multum differt. G. Agricola = de Re Metallica.

Dopo tutto ciò che si è detto nella sezione 2.ª del primo Libro sulla maniera di calcolare la forza del ferro tirato o compresso secondo la sua lunghezza, posato verticalmente, orizzontalmente ed obliquamente, si può trovar quella di tutte le specie di barre di ferro, qualunque possa essere la loro posizione e il risultato della combinazione di esse per formare armature, cavalletti di tetti, solai ed anche arcate di ponte.

Le diverse dimensioni usate nella fabbricazione dei ferri essendo ormai stabilite dall'uso e dalla sperienza, il conoscere tali dimensioni è la base necessaria di tutte le operazioni nei lavori di ferramenta.

Qualità e dimensioni dei ferri usati in Francia.

(1) I ferri di Lorena sono stimati i più dolci di tutti, vengono dopo quelli del Berry, del Nivernais e della riva della Loira; poi quelli di Sciampagna e di Borgogna chiamati *ferri di roccia*, e di questi se ne distinguono tre qualità: quelli che si dicono semplicemente *di roccia*, che sono dolci quasi come quelli di Berry; quelli chiamati *ferri di mezza roccia*, che sono di una qualità inferiore; e tutti quelli indicati sotto il nome *di ferri comuni*, che sono ancora d'inferior qualità.

1.° Tutti i ferri si foggiano di grossezze diverse.

I più piccioli ferri quadrati di 4 in 5 linee fino a 8 e 9 (9, 11, 18 e 20 millimetri) si chiamano di *carillon*; così ve n'ha di *carillon*, di Lorena, di Berry, di Roche e di ferro comune. I fabbri ferraj si provedono degli uni o degli altri secondo le opere che vogliono eseguire, e secondo il prezzo a cui sono venduti; perchè i ferri di Lorena e del Berry sono più costosi di quelli di *roccia*, e questi più dei ferri comuni.

2.° Tutti gli altri ferri sono indicati sotto il nome di *ferri quadrati*, eccetto i *carillons*, e ve n'ha dalle 9 alle 10 linee fino a 3 pollici e 1/2 e 4 pollici in quadrato (20 a 23, e 95 a 108 millimetri); tanto in ferro di Lorena quanto in ferro di Berry di roccia o comune.

Nondimeno questi diversi ferri sono anche denominati dagli usi a cui servono più comunemente.

(1) Estratto dell'arte del Fabbro ferrajo di Duhamel du Monceau.

3.° Chiamansi costa di vacca (*côte de vache*) tutti i ferri che sono tirati in lamiera nelle officine. Si distinguono facilmente perchè non sono a spigolo vivo, perchè le loro faccie sono rotondate, i margini ineguali e pieni di *bave*. I ferri più minuti s' impiegano per catene da cammini (*fentons*) e ne portano il nome. Nei magazzini si tengono di questi ferri dalle 2 in 3 linee in quadrato fino alle 12 (5, 7 e 27 millimetri) tutti questi ferri hanno dai 9 fino ai 15 piedi di lunghezza (metri 2,924 ai 4,873).

I ferri achiacciati, battuti a grosso martello, sono di varie grossezze e servono ad una infinità di opere diverse.

4.° Quelli che s' impiegano pei cerchi delle grosse vetture, hanno dalle 7 fino alle 12 linee di spessore (16 a 27 millimetri) con larghezze e lunghezze eguali alle precedenti.

5.° Si tengono ancora de' ferri schiacciati che si chiamano da cerchi (*à bandages*) che hanno 29 a 30 linee di larghezza sopra 6 a 8 linee di spessore (65 a 68 sopra 14 a 18 millimetri) e le cui barre hanno dai 12 piedi fino ai 13 di lunghezza (metri 3,898 a 4,223). Quasi tutti questi ferri sono di roccia; però se ne trovano di simili dimensioni tratti dalla Lorena o dal Berry, che sono dolcissimi, sulle vetture durano più che i ferri di roccia benchè questi sieno più duri.

6.° Per le carrozze s' impiega più spesso il ferro di Berry o di Lorena che ha 5 in 6 linee di spessore, 26 in 28 linee di larghezza e le barre sono lunghe 15 a 18 piedi (11 a 14 millimetri, 59 a 63 millimetri, e metri 4,548 a 5,847).

7.° Si tengono ancora ferri schiacciati di ogni qualità, e specialmente comuni, dalle 17 alle 18 linee di larghezza fino ai 30 a 32 pollici (38 a 44 fino a 812 in 867 millimetri) e dalle 4 fino ad 8 linee di spessore (9 a 18 millimetri); la lunghezza delle barre è variabile.

8.° Il ferro detto *demi-laine*, come quello che serve a ferrare i pilastrini e le soglie delle porte, ha dalle 26 alle 28 linee di larghezza (59 a 63 millimetri) sopra 6 in 7 linee di spessore (14 in 16 millimetri), e le barre hanno 9 in 10 piedi di lunghezza (metri 2,924 a 3,248).

9.° Il ferro da cavallo (*de maréchal*) per ferrare i cavalli ha 5 in 6 linee di spessore (11 in 14 millimetri) 12 in 13 linee di larghezza (27 a 29 millimetri), e le barre hanno 12 a 14 piedi di lunghezza (metri 3,898 a 4,548).

10.° Il ferro detto *cornette*, ha dai 5 ai 7 pollici di larghezza

(135 a 139 millimetri), 6 in 8 linee di spessore (14 in 18 millimetri), 4 a 6 piedi di lunghezza (metri 1,299 ad 1,949). Se ne rivestono i pilastrini e le cantonate che sono molto esposte all' urto delle ruote.

11.° Le picciole reggie (*bandelettes*) per le ringhiere delle scale hanno d'ordinario 2 a 4 linee di spessore (5 a 9 millimetri) 7 in 8 linee di larghezza (16 a 18 millimetri) e le barre hanno dai 6 fino ai 12 piedi di lunghezza (metri 1,949 a 3,898).

12.° I ferri rotondi per le finestre si tengono in pacchi e se ne trovano dai 5 fino a 9, 10 e 15 linee di diametro (11, 20, 23 e 34 millimetri).

13.° I fogli di banda bollata, o ferro sottile e battuto, hanno da 12 fino a 15 linee di larghezza (27 a 34 millimetri), ed una linea di spessore (2 millimetri).

14.° Le bande da lastre di serratura (*palastre* (1)) hanno da 6 fino a 9 pollici di larghezza (162 a 342 millimetri), sopra una linea ad 1 e 1/2 di spessore (millimetri 2 ai 3 e 1/2); i fogli hanno 8 in 9 piedi di lunghezza (metri 2,599 ai 2,924).

15.° La banda da serratura ha dalle 18 fino alle 60 linee di larghezza (41 a 135 millimetri), una linea circa di spessore (millimetri 2) e i fogli hanno 5 in 6 piedi di lunghezza (metri 1,624 a 1,949).

La banda da sega è la stessa di quella da serratura.

16.° La banda per munire i portoni (2) ha dai 9 fino ai 13 pollici di larghezza (244 a 352 millimetri) sopra una linea e 1/2 o 2 linee di grossezza (3 1/2 o 5 millimetri); la lunghezza dei fogli è 5 in 6 piedi.

17.° La banda di Svezia per rialzare o lavorare a martello ha 20 in 22 pollici di larghezza (532 a 596 millimetri) sopra una linea (2 millimetri) di spessore, e la lunghezza dei fogli è di 26 a 28 pollici (704 e 758 millimetri).

18.° La banda detta da striglia ha dai 7 ai 9 pollici di larghezza (189 a 244 millimetri), 1/2 linea di spessore (1 millimetro), e i fogli hanno 27 a 28 pollici di lunghezza (731 a 758 millimetri).

19.° Le bande dette da lamiera, impiegate pei tubi da stufe hanno 14 in 15 pollici di larghezza (379 a 406 millimetri), 1/2 linea di spessore (1 millimetro), e i fogli hanno 18 a 20 pollici di lunghezza (487 a 542 millimetri).

(1) Parte esterna della serratura su cui sono attaccati i pezzi interni.

(2) Vedi più indietro la nota a piè della pagina 48.

20.° Finalmente le bande da bragiere hanno 1/2 linea di spessore (1 millimetro) 7 a 9 pollici di larghezza (189 a 244 millimetri) e i fogli hanno la lunghezza dei precedenti.

Non bisogna credere che tutti i ferri da noi indicati sieno precisamente adoperati agli usi pei quali si tengono nei magazzini; i fabbri ferraj scelgono dai mercanti di ferro quelli che loro convengono o per qualità o per dimensioni. Finalmente siccome non vi può essere maggior economia di quella d'implegare de' ferri che abbiano assai prossimamente le dimensioni di cui si ha bisogno, quando si ha da fare una quantità di opere dello stesso genere si mandano alle fucine modelli che sono copiati esattamente.

CAPO PRIMO

DELLE CATENE, DEI TIRANTI E DELLE FASCIE

Dei tiranti e delle catene.

Non basta di costruire i muri d' un fabbricato nelle dimensioni volute e con tutta l'attenzione convenevole; siccome essi devono essere caricati del peso dei solai e dei tetti che tendono naturalmente a spingerli nel vuoto, effetto che aumenta di più lo scuotimento continuo causato dal ruotare delle vetture nelle grandi città, si prendono di piano in piano certe precauzioni a questo riguardo nella costruzione dei muri per prevenire ogni allontanamento, mettendo nel centro dei muri o nel loro spessore, delle catene orizzontali di ferro piatto o quadrato ben applicate, e solidamente saldate alle loro estremità con àncore, le quali legano insieme i muri in modo da non poter agire l'uno senza l'altro ed a prestarsi un reciproco soccorso. Queste catene si pongono nei muri nel costruirli.

Frattanto solamente nei fabbricati d'una certa importanza si mettono le catene in tutta la lunghezza dei muri; perchè, nelle case ordinarie, basta porre dei tiranti alla testa o piuttosto all'incontro di tutti i muri di spartimento e divisorj con i muri di faccia a ciascun piano, della lunghezza solamente di 7 a 8 piedi, la di cui estremità opposta all'àncora è infissa nella murazione. Nè si fa maggior uso di catene in tutta la lunghezza dei muri di facciata, a meno che il fabbricato non si trovi isolato, perchè quando esso è sostenuto da altri diventano inutili.

Per l'addietro si lasciavano le àncore apparenti fuori dei muri di facciata d'un fabbricato, ed allora vi si dava la forma d'un S oppure d'un Y per abbracciare una più grande estensione di muro; ma ora, per non nuocere all'effetto delle facciate, benchè questo modo non sia così solido, si fanno diritte e s'incassano per 2 o 3 pollici per nasconderle alla vista. Se il muro è in pietrame, vi si pratica semplicemente un canale

per contenere l'àncora, che si rimbocca con ismalto oppure con gesso; e se è in pietra, si pratica fabbricando il taglio necessario per riceverle almeno nella corsia superiore; perchè nella corsia inferiore ordinariamente si fa sopra luogo con martello a taglio, con acqua e con arenaria, a forza di batterla.

Oltre le catene che si collocano nello spessore dei muri si attacca pure all'estremità di ciascuna trave, al di sopra o al di sotto, una fascia di ferro a gomito di circa 4 piedi di lunghezza sopra 2 pollici di larghezza e 6 linee di spessore, all' estremità della quale è un occhio ove pure si passa un' àncora che s' incassa egualmente al di fuori del muro che sostiene la sua lunghezza. Se per caso le estremità dei due travi s' incontrano l'una coll'altra nel mezzo d'un muro, siccome ciò può avvenire quando gli appartamenti sono doppj, allora si legheranno insieme con una fascia di ferro solidamente inchiodata con chiodi dentati e ritenuta con ramponi, oppure talloni a ciascuna estremità.

Si mettono anche tali fascie di ferro con ancore all'estremità delle piane di grosse tramezze di legname, nel punto dei pavimenti ed all'estremità delle asticciuole de' cavalletti dei tetti, che servono allora di catene e di tiranti; in fine si mettono egualmente all' estremità dei paradossi e degli asinelli, tanto al loro incontro con i muri di facciata, quanto con quello dei muri di frontispizio d'un fabbricato, soprattutto allorchè essi sono isolati: il tutto collo scopo d' impedire di piano in piano l' inclinazione dei muri di facciata, acciò il fabbricato non possa acostarsi in alcuna parte del suo appiombo.

Per le catene in ferro piatto, ordinariamente si fa uso di barre di 2 pollici a 2 pollici e 1/2 di larghezza sopra 6 in 7 linee di spessore; si prendono quelle in ferro quadrato nelle barre di 14 a 15 linee di grossezza, e qualche volta di più; ma i ferri piatti devono essere sempre preferiti in questo caso come abbiamo detto al primo libro di questa opera.

Vi sono tre maniere differenti di formare le commessure delle catene; cioè con cerniere, con talloni e con occhi.

Per la commessura a cerniere rappresentata dalla figura 1, Tavola CXLIII, l' estremità d' una delle barre forma una forca nella quale s' introduce l' estremità dell' altra. Le tre grossezze di ferro riunite sono forate da un buco; in questo buco si fa entrare una cavicchia a vite oppure a chiavetta e qualche volta cunei doppj. Si preferiscono i cunei doppj

quando trattasi di far tirare le barre che formano la catena; una tale operazione chiamasi *far legare la catena.*

Le catene ed i tiranti in ferro piatto mancano ordinariamente al punto della piegatura, che si pratica alla loro estremità, acciocchè l'occhio che le termina possa pigliare l'àncora in una posizione verticale, perchè il ferro è corrotto in questa parte. Si eviterà questo inconveniente posàndo le barre in coltello nei muri, oppure la lunghezza d'una delle faccie verticali delle travi.

Nella seconda commessura, rappresentata dalle figure 2 e 3, le estremità che devono unirsi sono terminate da talloni voltati in senso contrario. Si fa legare la catena, introducendo cunei di ferro fra i due talloni, mantenendosi unite le estremità delle barre per mezzo di due briglie situate al punto dei talloni.

La commessura ad occhi non differisce dalla precedente che nell'essere i talloni più forti, e contornati come si vede nelle figure 4,5,6 e 7.

Questa maniera di riunire le barre è la più solida, e perciò si preferisce per le grandi catene che hanno potenti sforzi da sostenere. Essa si è posta in opera per tutte le catene della nuova Chiesa di Santa Genevieffa.

L'acconciamento rappresentato dalla figura 5 è quello delle fascie formanti un doppio cerchio per sostenere la volta intermedia nella cupola di Santa Genevieffa, al di sopra delle grandi aperture delle lunette.

Questo cerchio è formato di due fascie di ferro piatto di 25 linee di larghezza sopra 8 linee e 1/2 di spessore. I quattro acconciamenti fatti per giugnere a far serrare questo doppio cerchio, sono simili a quello rappresentato da questa figura. Si vede nella figura 8, che le facie di ferro sono posate in guisa da formare due cerchi concentrici che si fanno serrare per mezzo di un cuneo, inserito fra i talloni delle barre riunite per mezzo di due briglie, che si fanno serrare con due cunei sottili, come l'indica la figura 5.

Per porre questo doppio cerchio, si è praticata un'incavatura cilindrica nell'estradosso della volta: quando fu messo a sito è serrato per mezzo delle attaccature, sonosi fatti dei buchi di tre piedi in tre piedi incirca, per riunire i due cerchi ed impedire alle commessure di variare.

La forza di tutti questi ferri non si è calcolata che in ragione di 50 libbre per linea quadrata della grossezza del ferro; cioè sopra una forza quattro in cinque volte minore di quella alla quale essa potrebbe resistere.

L'esperienza, confermata dai principj di meccanica, ha fatto conoscere che la forza necessaria per rompere un cerchio di ferro, sta a quella che fa d'uopo per rompere una barra diritta della stessa dimensione di grossezza, come la circonferenza del cerchio al raggio; cioè come 44 è a 7, per la ragione che nel cerchio, lo sforzo si divide sopra tutti i punti della circonferenza di modo che si formano molte rotture, mentre in una barra diritta tirata dalle due estremità, lo sforzo non tende a formare che una rottura nel mezzo della sua lunghezza.

Applicando questo principio al cerchio di cui noi abbiamo parlato, e supponendo che lo sforzo da frenare sia di centomila libbre, la forza delle barre dovrà essere eguale a $\frac{100000 \times 7}{44}$, il che dà 15,910.

Noi abbiamo detto che le barre di cui il cerchio è formato hanno ciascuna 25 linee di larghezza sopra 8 linee e 1/2 di spessore, formanti insieme una superficie della grossezza di 425 linee quadrate, le quali valutate solamente a 50 libbre per linea, daranno 21,250, in vece di 15,910, e 133,571 per lo sforzo che il cerchio potrà frenare in vece di 100,000.

Esperienze fatte al Conservatorio delle arti e mestieri, da M. Molard, per raddrizzare i muri collo sforzo solo della contrazione del ferro.

Finora le catene di ferro non erano state impiegate che come un mezzo di cautela nelle nuove costruzioni, o per trattenere i progressi degli accidenti che si manifestano dopo nei fabbricati, quando non si prendono tutte le precauzioni convenienti; una sperienza ingegnosa ha fatto conoscere ch'esse erano suscettibili di rendere dei servizi ancora più essenziali nell'arte di fabbricare. Ecco qual fu l'occasione di questa importante scoperta.

Lo stabilimento del Conservatorio dell'arti e mestieri, nel locale dell'antica abazia di San Martino dei Campi a Parigi, diede luogo a molti cambiamenti per appropriare i fabbricati alla loro nuova destinazione. Il grande corpo di casa addossato al chiostro si componeva al pian terreno di sale a vòlto sopra tutta la larghezza del fabbricato; al di sopra erano le camere degli ecclesiastici disimpegnate da un vasto corritojo, figura 9. Sembrò facile di convertire questo piano in due gallerie sopprimendo le divisioni di queste camere; ma non si fece attenzione che i tramezzi di separazione erano stati costruiti in maniera di alleggerire

le volte del peso dell'immensa tramezza che poggiava sovr'esse fino al tetto. Dopo la soppressione dei sollievi, la spinta di queste volte che sono molto schiacciate, aumentata dall'azione di questo peso, non tardò a far allontanare i muri di alcuni pollici, e si dovette pensare prontamente ai mezzi di trattenere i progressi del male. A questo effetto, la Commissione nominata dal ministro dell'interno, di cui io era uno dei membri, decise che sarebbero situate delle catene oppure tiranti di ferro in mezzo a ciascuna spallata, all'origine delle volte.

M. Molard, abile meccanico, allora direttore del Conservatorio, pensò che sarebbesi potuto ottenere del vantaggio dalla potenza del ferro, ed ha concepito la felice idea di ricondurre coll'ajuto di queste catene le cose allo stato primitivo. Una prima esperienza non tardò a convincerlo della possibilità di questa intrapresa.

Siccome il sistema dei mezzi che si proponeva d'impiegare, esigeva che la lunghezza delle catene oltrepassasse al di fuori dei muri, immaginò di sostituire alle àncore ordinarie, la cui forma è difettosa, dischi in ferro fuso *ab*, che abbracciano più superficie, e presentano una specie di decorazione. L'estremità delle catene passando a traverso di questi dischi di ghisa, è terminata da una parte con una vite forte fermata al di fuori da un dado di forma pentagona, e dall'altra con una grossa testa quadrata. Dopo che le catene furono messe a sito e serrati al massimo i dadi, cominciò l'esperienza. Nel muro dalla parte del giardino, M. Molard fece mettere su ciascun dado una chiave C, figura 11, lunga 2 metri, la cui estremità terminata ad uncino serviva a sostenere un peso che fu determinato a 100 chilogrammi. Dopo alcuni giorni si vide che tali chiavi, le quali erano state poste orizzontalmente avevano preso una direzione obliqua, e M. Molard potè accertarsi, dietro le proprie osservazioni, che le commessure dei peducci cominciavano a ristringersi. Temendo nondimeno di ruinare il passo della vite, rinnovando quest'operazione quante volte sarebbe stato necessario per raddrizzare i muri, ricorse ad un artificio di cui soltanto un meccanico poteva forse concepire l'idea. Senza in nulla sconvolgere l'apparecchio ei fece riscaldare le catene col mezzo di bragiere: i dadi caricati dei loro pesi guadagnarono l'estensione che il calore avea dato alla catena senz'aumentare il raddrizzamento; ma cessato che si ebbe di riscaldare, la contrazione del metallo nel raffreddarsi trascinò i muri con uno sforzo invincibile, e li ricondusse in progresso alla verticale dopo molti riscaldamenti.

Dobbiamo all'autore istesso i dettagli da noi riferiti, come pure i disegni secondo i quali sonosi fatti i dettagli sulla Tavola CXLVIII. La precisione colla quale sono stati tracciati non può lasciare veruna incertezza sulla forma e sulle funzioni di ciascuna parte (1).

Delle fascie.

Le fascie, in generale, possono essere considerate come puntelli permanenti posti sotto le piattabande delle porte e delle finestre. Nella murazione ordinaria si mettono fascie di legno sopra l'apertura delle finestre e si volta la parte superiore dei quadri al di fuori con pietrami ritagliati ne' quali per precauzione si mettono barre da fascia. Nelle costruzioni in pietra di taglio queste barre sono infossate nei peducci e fissate nei piedritti delle spalle.

Da tutto ciò che si è detto nel primo Libro (sezione 2.ª Capo IV) circa la rigidezza delle barre di ferro posate orizzontalmente, risulta che *una fascia di ferro deve avere almeno per grossezza la trentesima parte della sua lunghezza fra i punti d'appoggio*, *poichè comincia a piegare sotto il proprio peso quando è minore della cinquantesima parte della sua lunghezza*. Abbiam veduto come una barra, che aveva 21 linea di grossezza sopra 20 linee, piegasse pel proprio peso di due linee in una lunghezza di piedi 9 e pollici 10 e 1/2. Ciò prova come poco si possa fidare alle barre posate sotto le piattabande quando non si fissano alle estremità per farle agire tirando onde impedire che si pieghino; e siccome allora hanno un doppio sforzo da sostenere, fa duopo dare ad esse una larghezza doppia dello spessore verticale.

(1) Le lettere *a*, *b* indicano il disco veduto per di sotto; *c*, il profilo del disco col suo collare; *d*, lo stesso con i suoi attrezzi; *e*, un collare di ferro quadrato i cui angoli si prolungano in forma di raggi, situato all'origine del collare del disco e incastrato nella pietra onde opporsi alla torsione che avrebbe potuto soffrir la catena durante il giuoco dei dadi; *f* è il dado pentagono avente al di sotto un filetto cilindrico per evitare il solco che avrebbero potuto tracciare gli angoli del pentagono; *g* è la girella situata fra il dado e il piatto del disco; *h* rappresenta la testa di chiodo che termina la catena dalla parte del chiostro; *i* è la vite messa verso il giardino.

NOTA

SUI CERCHI DI FERRO IMPIEGATI A CONSOLIDARE LA CUPOLA DI S. PIETRO

L'esperienza ha fatto conoscere che il ferro, il cui effetto è così potente e sicuro nel mezzo delle costruzioni in pietra di taglio, non era d'un così grande soccorso per la costruzione in murazione; e che nelle opere di questo genere, i cerchi e le armature potevano ben servire a riunire le parti che sono state disunite da un accidente qualunque, ma che esse non saprebbero opporsi alle disunioni quasi inevitabili che risultano dall'ineguale abbassamento.

Di tutti gli edifici moderni la cupola di San Pietro in Roma è l'esempio più interessante che si possa citare in appoggio di questa osservazione, a causa dei documenti che la Storia ci ha conservati, tanto sopra la sua costruzione, quanto sopra gli accidenti che si manifestarono dopo il suo intiero compimento.

Non vi è certezza sulla quantità dei cerchi di ferro che furono impiegati a trattenere le due volte che formano la doppia cupola, nel tempo della loro costruzione. Non se ne conoscono che due: l'uno è situato in fuori della volta interna a trentaquattro piedi circa al di sopra della sua origine, ad un piede sopra il ponte ove la cupola si divide in due, ed innanzi al primo dei gradini che formano la scala per salire alla lanterna. Le fascie di ferro che compongono queste catene hanno 35 linee di larghezza sopra 20 linee di spessore.

Il secondo cerchio è situato nel mezzo dello spessore delle due cupole riunite a sei piedi e mezzo circa al di sopra dell'origine della volta interna. Questo cerchio ha le stesse dimensioni del precedente.

Verso la sommità della cupola interna vi sono molti buchi, nel fondo dei quali si scorgono barre di ferro montanti. Si pretende che a queste barre di ferro si attacchino altri cerchi situati nell'interno della costruzione a differenti altezze, e che tutte queste barre finiscano ad un ultimo cerchio intorno l'occhio della prima cupola. Un passo di Angelo Rocca sembra provare questa disposizione per le due volte; ecco come si spiega: « Tutti i giorni si elevano trentamila libbre di grossi ferri « preparati in tre grandi officine di fabbri per collegare le due volte della cupola, con il grand'oc- « chio che si è praticato alla sua sommità, per dove riceve la sua luce (1) ».

Tutte queste precauzioni non hanno impedito che questa cupola non si sia disunita da tutte le parti.

Siccome tutte le disunioni che si sono fatte in questo edificio sono verticali, e questa cupola ha una forma rotonda, i mezzi che parvero più efficaci per rimediarvi furono, 1.° di riunire tutte le sue parti rinserrandole con vari grandi cerchi di ferro situati all'esterno nei luoghi ove si giudicò che le disunioni fossero più pericolose; 2.° di riparare tutte le disunioni e screpolature dell'interno più apparenti, prendendo tutte le precauzioni convenevoli per farlo in una maniera solida, senza nuocere all'edificio.

Il numero dei cerchi di ferro fu da principio fissato a cinque. Essi furono fabbricati nelle fucine di *Conca*, nei contorni di Roma. Questi cerchi sono composti di grandi fascie di ferro piatto, di 15 a 16 piedi di lunghezza, sopra 3 pollici e 1/2 di larghezza e 25 linee di spessore. Da una parte queste barre sono terminate da un anello oppure occhio semplice, e dall'altra da una specie di forca, con un occhio a ciascun braccio (vedi figura 12). Questa forca è fatta per ricevere l'occhio semplice dell'altra parte. L'unione di queste parti è formata da due grandi cunei piantati a colpi di

(1) Nam quotidie pro duobus tholi fornicibus connectendis ingenti tholi oculo in ejus summitate relicto, a quo lumen excipitur ex ferramentis triginta librarum millia sursum extracta sunt, tribus officinis ferrariis adhibitis.

mazza in senso contrario nei tre anelli riuniti. Questi cunei hanno circa 20 pollici di lunghezza: 3 pollici e 1/2 di larghezza, e 23 linee di spessore nelle grosse estremità: questo spessore si riduce a niente dall'altro estremo. Nei luoghi dove questi cerchi sono situati sopra la murazione di mattone, si ebbe la precauzione di mettere delle lamine di piombo sotto il cerchio di ferro per impedire che la rigidezza del ferro schiacciasse la murazione; se ne sono messe pure in molti luoghi dove i cerchi sono situati sopra la pietra di taglio, specialmente sopra le commessure, per impedire che i colpi della mazza facessero scheggiare la pietra.

Il primo cerchio fu situato al di sotto della cornice dello stilobato esteriore, sopra il quale sono stabiliti i contrafforti ornati di colonne. Per collocarlo si fece un' incavatura di 7 ad 8 pollici di profondità; esso è composto di 38 fascie di ferro della forma e dimensione che abbiamo detto. La circonferenza di questo cerchio è di 581 piedi; pesa, compresi i cunei e le lamine di ferro che hanno servito a farlo serrare, 32542 libbre romane e 5/7, che fanno 24407 libbre, peso di Parigi.

Il secondo cerchio fu posto di sopra la cornice dei contrafforti, innanzi al primo zoccolo dell'attica. Per posarlo sopra una curvatura uniforme si traforarono tutti i corpi avanzati. Questo cerchio non fu infossato negli intervalli dei corpi avanzati; si formò per coprirlo una specie di gradino che si trova nascosto dallo sporto della cornice. Questo cerchio è formato di trentatrè pezzi, la sua circonferenza è di 484 piedi. Si trovò che il suo peso era di 27,456 libbre romane compreso i cunei e le lamine di ferro, che fanno 20,592 libbre di Parigi.

Il terzo cerchio fu posto al di sopra dell'attica, all'origine della cupola esteriore. Esso passa sotto le coste, ed è infossato pel suo spessore negli intervalli. Questo cerchio è nascosto dalla copertura in piombo della cupola; esso è composto di trentadue pezzi, e la sua circonferenza è di 475 piedi. Il suo peso, compresi i cunei, si è trovato di 26,965 libbre romane 5/4, che valgono 20,221 libbre e 1/4 di Parigi.

Il quarto cerchio si trova a metà dell'altezza della cupola esteriore; esso è incastrato per tutta la sua grossezza, e passa sotto lo sporto delle coste. Questo cerchio è composto di ventotto pezzi; la sua circonferenza è di 406 piedi; e pesa 23,010 libbre romane, che fanno 17,259 libbre e 1/2 di Parigi.

Il quinto cerchio è situato al di sopra del piano della lanterna; esso è infossato del pari, e passa sotto lo sporto delle coste: esso è composto di 16 pezzi; la sua circonferenza è di 155 piedi; e pesa 9,070 libbre e 2/3 romane, che valgano 6,802 libbre e 3/4 di Parigi.

I due primi cerchi furono posati in agosto ed in settembre 1743; i due seguenti nei mesi di maggio e giugno 1744; ed il quinto, in agosto e settembre dello stesso anno. Il Marchese Poleni di Padova fu quello che indicò i luoghi dove essi dovevano essere posti, come pure la loro forma e le loro dimensioni, figure 12 e 13, Tavola CXLVIII; e Luigi Vanvitelli architetto della fabbrica, diresse tutte le operazioni.

Tre anni circa dopo questa operazione importante, nel 1747 gli operaj nell'imboccare le fenditure nella cupola scoprirono le traccie dei cerchi primitivi. Papa Benedetto XIV, volendo riconoscere lo stato di questi cerchi, gli fece scoprire; si è riconosciuto che il cerchio superiore situato nello spessore del primo dei gradini che sono sopra la cupola interna, era rotto in due luoghi; la prima rottura si trovò dal lato della navata del fondo, al di sopra del pilone di Sant' Elena. Questa rottura era nel mezzo della lunghezza d'una delle barre di ferro che componevano il cerchio; la lunghezza di questa barra era di 39 palmi romani (26 piedi e 10 pollici). La distanza fra i due pezzi rotti era di 9 minuti e 1/2 che corrispondono a 13 linee e 1/3.

Le due parti della rottura parevano stracciate, il che prova la bonissima qualità del ferro Una delle estremità era elevata più dell' altra 7 minuti, cioè 11 linee e 2/3.

La murazione che ricopriva questo cerchio dovendo essere disfatta tutta all'intorno, si è trovato una seconda rottura corrispondente al mezzo del pilone di S. Veronica. La distanza fra i pezzi rotti era di 14 minuti e 1/2, che valgono 23 libre e 1/6. La rottura non era nel mezzo della barra di ferro, ma a 25 pollici e 1/2 da una delle estremità. Il ferro pareva stracciato nella frattura; questa frattura non era verticale come la precedente, ma obliqua e dentellata, il che indica una più grande resistenza.

In quanto all' altro cerchio, siccome esso è situato nel mezzo del massiccio delle due cupole riunite, non si giudicò a proposito di scoprirlo per esaminare in qual punto fossero le rotture, perchè è più probabile che questo cerchio sia rotto anch' esso, poichè si trova in una parte dove le disunioni sono ancora più grandi. Esso si potè vedere a traverso di due fessure, nella scala che è al di sopra del pilone di S. Longino; e in quattro punti, nei corritoi che comunicano a ciascuna delle scale praticate sopra agli altri piloni.

I due intervalli fra le rotture del cerchio, che è stato scoperto, formano insieme uno spazio di 38 linee 1/2, mentre l' apertura delle fessure dà una misura di circa 11 pollici. Da ciò si può vedere che la tensione che il cerchio ha sofferto prima di rompersi tanto per l' allungamento delle fascie di ferro quanto pel rinserramento delle commessure è di 7 pollici 3/4; ciò che non sembreria straordinario per un cerchio la di cui circonferenza è di più di 400 piedi.

Qualche tempo dopo, si propose di aggiungere un sesto cerchio e di collocarlo anch' esso all' esterno, circa un piede al disotto del punto dove la cupola si divide in due. La necessità di questo cerchio essendo stata riconosciuta, si eseguì nella stessa maniera dei precedenti, e nelle stesse fucine. Fu posato nel corso del mese di Settembre 1748; s' infossò del pari nella grossezza della vòlta, e si fece passare sotto le coste. Questo cerchio è composto di ventidue pezzi; la sua circonferenza è di 451 piede; pesa circa 18,762 libbre, peso di Parigi.

Le lamine di piombo che si erano messe sotto questo cerchio per impedire che la muratione di mattone si schiacciasse, furono tagliate al di sopra ed al di sotto dalle barre di ferro che si fecero serrare con la più grande forza.

Finalmente, si accomodò l' antico cerchio di ferro intorno alla cupola interna, di cui si è di già parlato. Si sostituirono due grandi pezzi di ferro nei punti ove si trovarono le rotture.

D' altronde, a quest' epoca, l' impiego dei cerchi di ferro era di già un mezzo sperimentato per preservare da una pronta distruzione le cupole che minacciano ruine. Nel 1523, Jacopo Sansovino, celebre architetto veneto, ne fece uso per ristaurare le cupole della Chiesa di S. Marco a Venezia.

Qualche tempo dopo che la cupola di Santa Maria dei Fiori a Firenze, fu intieramente terminata, si scopersero molte crepature che si manifestarono nel tamburo di essa. Sono circa cento cinquanta anni che alcuni architetti e matematici pretendevano che la crepature avessero fatto, dopo un certo tempo, progressi allarmanti: per assicurarsi se realmente queste disunioni aumentavano, si fecero entrare a forza cunei di bronzo in molti luoghi ove le pietre si erano rotte; oltre ciò vi si infossarono pezzi di marmo a coda di rondine. Dopo un certo tempo si visitarono i cunei e i pezzi che si erano posati; si trovarono rotte le code di rondine e i cunei cacciati a forza si levavano facilmente. Se ne conchiuse che le disunioni erano aumentate e che l' edificio continuava a produrre effetti che potrebbero ben presto cagionare la sua ruina. Il gran Duca, dietro l' osservazione dei commissarii, fece preparare due gran cerchi di ferro per collegare le parti di quest' edificio e arrestare la spinta della cupola a cui si attribuivano tutte le disunioni. Frattanto altri fecero delle memorie per provare che i cerchi di ferro erano inutili e che gli effetti che si rimarcavano in questa cupola erano antichissimi e non provenivano che da un abbassamento ineguale o del suolo o della muratura o cagione delle commessure, e forse da questi due effetti, che veruna catena non potrebbe impedire. Citavano ad esempio la cappella reale di S. Lorenzo, la cupola delle quale è della stessa forma di quella di S. Maria dei Fiori. Le nove grosse catene di ferro che si sono impiegate per trattenere queste vòlta non hanno impedito che siensi manifestate molte crepature, di cui una ha più di tre pollici di larghezza; dopo che si sono imboccate queste crepature non si è rimarcato verun nuovo effetto. Tutte queste differenze d' opinioni furono cagione che le catene non furono impiegate.

Io ho esaminato cento anni dopo, i cunei e i pezzi di marmo rotti, e non ho veduti progressi sensibili. *È certo che il cangiamento di temperatura delle stagioni poteva solo fare spezzare i pezzi di marmo che si erano messi a traverso delle crepature, per la dilatazione o condensazione delle loro parti, che può aumentare oppure diminuire in certi tempi la larghezza di queste crepature. Il più picciolo tremito in una così grande massa poteva anche produrre questo effetto. Ciò si prova tutti i*

giorni, allorchè una carrozza andando velocissima, passa vicino ad un fabbricato ordinario, oppure quando un gran romore cagiona un rimbombo considerabile in un edificio a vôlta

Quelli che non hanno voluto attribuire le rotture e le disunioni che si rimarcano in tutte le cupole, all' ineguaglità inevitabile dell' abbassamento, le hanno attribuite alla spinta delle vôlte, oppure a terremoti. È certo che questi ultimi possono contribuire assai, mettendo in movimento masse di un gran volume. Probabilmente per resistere ai terremoti, che sono assai frequenti in Italia; si è adottato l' uso delle catene apparenti in quasi tutti gli edifici a volta.

Gli effetti della spinta sono molto più da temere che quelli dell' abbassamento, perchè invece di diminuire, ed anche di annientarsi dopo un certo tempo, come questi ultimi, vanno sempre aumentando; una volta che la spinta abbia incominciato ad agire, la resistenza perde tutto quello che guadagna questa spinta; la minima commozione o traballamento, fanno fare ad essa nuovi progressi, che tendono sempre più alla ruina dell'edificio, allorchè si trascura di rimediarvi: questo è quello che sarebbe avvenuto alla cupola di S. Pietro, se si avesse tardato ancora lungo tempo a fare le riparazioni di cui abbiamo poc' anzi dati i dettagli. Torneremo su tale quistione, nel nono Libro di quest' opera.

CAPO SECONDO

ARMATURE D'ARCHITRAVI, PERISTILI E FRONTESPIZJ

Abbiamo di già detto nel corso di questa opera, che dall' epoca del risorgimento delle arti fino al tempo di G. B. Piranesi (1), tutti gli autori che hanno pubblicato le antichità di Roma, s' erano esclusivamente applicati a far conoscere le forme e le proporzioni degli ordini Greci e Romani, senza tenere alcun conto dell' apparecchio nè di quei mezzi nascosti che gli antichi mettevano in opera, per procurare alle costruzioni sospese, che formavano il fastigio dei loro tempj, l' unione e la stabilità di cui esse non avevano che l'apparenza. È vero che questi dettagli puramente praticati, avrebbero mal figurato presso le perfezioni della scoltura antica; ma la loro omissione poteva indurre in errore questi che non erano abituati a rendersi conto dei procedimenti dell' arte di edificare (2). Così per non aver potuto vedere ancora intatti in molti edifici di Roma, i ramponi e impiombature di ogni genere che collegano fra loro le parti superiori dei peristili e dei frontespizj, e le loro traccie evidenti in molti altri, alcuni architetti, ingannati dall' apparenza, e senza fermarsi a cercare quali potevano essere le combinazioni dell' apparecchio, non hanno temuto di asserire che tutto essendo in quiete nell'architettura antica (3), gli antichi non erano mai ricorsi all' impiego dei metalli per contenere lo sforzo d'una spinta oppure d'un allontanamento qualunque (4). Dopo aver formata la loro opinione, senza

(1) G. B. Piranesi è senza contraddizione il primo che abbia studiato le costruzioni antiche in tutti i loro dettagli, ed è da rammaricarsi che non abbia spinto le sue ricerche tant' oltre anche sulla costruzione dei tempj d' architettura greca.

(2) Ciò che rende ancor più deplorabile questa omissione si è che l' impiego di questi mezzi si trova dimostrato nelle vedute prese dal vero, ma in questo luogo invece di nuocere, accrescono anzi l' effetto pittoresco.

(3) S'intende che quest' asserzione non ha rapporto che ai frontespizj e colonnati dei tempj, perchè da lungo tempo si era conosciuto l' uso di questi mezzi nelle costruzioni ordinarie.

(4) Se vi sono autori che non vollero credere che gli antichi abbiano impiegato il ferro ed il bronzo per assicurare la solidità dei loro tempj; ve ne sono altri che di loro privata autorità attri-

altre prove che il silenzio degli autori a questo proposito, essi s'appoggiarono inconsideratamente agli antichi per proscrivere intieramente l'impiego dei metalli nelle imitazioni dell' architettura antica. Nel resto non sembra che tal dottrina sia mai stata osservata nella pratica; si vede al contrario che senza conoscere precisamente la maniera di cui gli antichi ne avevano usato in queste occasioni, tutti gli uomini di senno si sono incontrati con essi circa la necessità di collegare le colonne fra loro e con i muri, col mezzo del bronzo o del ferro.

Considerata ne' suoi elementi comuni con l' architettura egiziana, l' architettura greca presenta in fatti l'imagine d' un riposo perfetto in tutte le sue parti; ma non si fa attenzione che questa apparenza d'inerzia, che risulta dalla direzione naturale del peso delle masse sopra i punti d' appoggio verticali, si trova distrutta in quest' ultima, tosto che le parti superiori prendano una direzione obliqua rapporto a questi punti d'appoggio. Tale è l'effetto che non manca di produrre l'imitazione delle armature di legno pei tetti.

Il muro triangolare che riempie il vuoto del tetto, potendo essere costrutto in corsie orizzontali, non risulta che un aumento di carico senza alcuna azione laterale; ma non essendo lo stesso riguardo alle cornici rampanti che lo ricoprono, diveniva difficile di combinare l'apparecchio in modo da evitare lo sforzo ch'esse devono esercitare sopra

buiscono a quelli l'invenzione delle ancore, dei tiranti e delle fascie di cui fanno uso i moderni: Nel Capo VII delle *Memorie sugli oggetti più importanti dell' architettura, di M. Patte*, ove tratta della costruzione dei peristili, trovasi il passo seguente *sui processi degli antichi per eseguire tali costruzioni.*

« Per assicurare la solidità delle piattebande gli antichi si limitavano a fermare le colonne al-
» l' alto ed al basso, essendo esse d' ordinario di un pezzo solo: perciò piantavano due perni di
» ferro l'uno all' estremità inferiore del fusto, cioè verso la base, e l'altro nell' estremità superiore
» penetrante il capitello, l' architrave, il fregio e sovente le cornice. Questo perno superiore era
» preso sopra il capitello da un tirante che passando sotto l'architrave in cui era incassato per tutta
» la sua grossezza, legava insieme i perni delle colonne vicine. Nessuno ha osservato se mettessero
» anche un altro tirante fra l' architrave ed il fregio, ma ciò è probabilissimo. Comunque sia, per
» nascondere la veduta di tali tiranti che passavano sotto le piattebande, rivestivano l' incavatura
» con istucco o mastice, oppure quando volevano decorare con più magnificenza un edificio, mette-
» vano sotto l' architrave rosettoni di bronzo attaccati a vite nei tiranti, il che li toglieva assolu-
» tamente alla vista, e serviva anche a contenere solidamente questi ornamenti ».

È da desiderarsi che quest' autore ci avesse fatta conoscere la sorgente da cui prese insegnamenti così positivi; ma se, come si ha luogo di pensare, questa non era che un' opinione formata per l' ignoranza dei veri processi, essa manifesterebbe almeno una conoscenza più profonda del meccanismo della costruzione.

gli angoli del frontespizio. Si tentò nondimeno; ed è perciò che nel frontespizio del piccolo tempio di Pesto, *ciascun pezzo della cornice rampante fa nello stesso tempo parte della corsia orizzontale del timpano*, figura 1, Tavola CXLIX (1). Rendendo tutta la giustizia al merito di questa disposizione non si può a meno di non riconoscervi assai più destrezza nell'esecuzione, che esperienza nella pratica. Nel resto è il solo frontespizio eseguito in tal guisa (2); da per tutto, in Grecia come in Italia, il muro del timpano forma un triangolo sopra i declivj del quale posano le corsie inclinate che portano l'aggetto delle cornici rampanti. Era nondimeno impossibile di credere che gli antichi avessero trascurate le misure che la prudenza esige in queste circostanze; così per aver svegliata questa strana quistione, si pervenne ben presto alla scoperta dei mezzi ausiliari coll'ajuto de' quali essi avevano ridotta l'azione di questo insieme al solo sforzo del suo peso. Questa nuova direzione data allo studio dei monumenti dell'antichità ci mise finalmente al punto di riconoscere, dietro una serie di osservazioni analoghe, sino a qual punto gli antichi avevano esteso la loro illuminata previdenza.

Si deve rammentare che parlando della situazione dei centri di gravità nel secondo Libro di quest' opera; abbiamo detto che, nei prismi, nei cilindri e nei paralellepipedi, il centro di gravità si trova situato soll' asse, a metà della loro altezza; e che in generale la stabilità dei solidi della stessa base diminuisce in ragione dell' altezza del loro centro di gravità: in guisa che per un cilindro che, avesse come una colonna corinzia, per esempio, in elevazione nove volte il diametro della sua base, la stabilità sarebbe soltanto come la nona parte del suo peso.

Questo rapporto di stabilità, fra l'altezza delle colonne ed il diametro della loro base, si trova ridotto almeno al dodicesimo nei portici, pel carico delle trabeazioni e dei plafoni ch'esse sostengono. È vero

(1) Questo dettaglio è prèso dal prezioso lavoro dell'architetto M. A. Leclere sul Panteon di Roma.

(2) Nel gran tempio della stessa città la cornice del frontone forma una corsia sagliente da ogni parte del timpano. Il precedente esempio può autorizzare a pensare che il ferro od il bronzo supplissero in tal caso all' effetto dell' apparecchio. Del resto questa supposizione gratuita affatto per parte nostra non è però priva di fondamento, perchè si trovano delle traccie evidenti d'impiombature fra i tamburi delle colonne di questo tempio, figura 2; e sul fregio del terzo monumento indicato sotto il nome di Basilica vi si osserva un incavo in forma di canale, fig. 3, che gira tutt' all' intorno del peristilo esteriore, ed al quale non si può attribuire altra destinazione fuori di quella di ricevere una catena per collegare l'edificio. Vedi le *Ruine di Pesto di M. Delagardette.*

che questi punti d'appoggio isolati si prestano un mutuo soccorso sopra la lunghezza dei peristili per la continuità delle corsie che li riuniscono; ma le piattabande ed i plafoni che li uniscono ai muri del tempio non procurano ad essi che un debole sostegno: di fatti, come ammettere per guarentigia della stabilità delle ala dei templi, l'attrito solo delle pietre dei soffitti, supponendo anche che il piede dei tetti non esercitasse alcuno sforzo contro essi (1)?

A non considerare, come si è fatto per lungo tempo, i tempii dei Greci e dei Romani che sopra disegni fatti in senso dell'arte, ove le linee puramente decorative rimpiazzano appositamente le indicazioni delle commessure e danno all'insieme l'aspetto di un tutto le cui parti sono perfettamente collegate fra loro, si concepisce che al primo incontro il giudicio fatto sia conforme all'impressione che si è ricevuta; ma dopo che si avrà esaminato l'apparecchio in tutti i suoi dettagli sarà forza di convenire che ci ha ingannati un ingegnoso artifizio.

Questa osservazione, che sembra finora sfuggita alla maggior parte di quelli che hanno studiato gli antichi monumenti, sarà più facilmente sentita oggi, che i lavori dei pensionati dell'Accademia di Francia a Roma hanno messa la quistione in tutta la sua luce. I dati autentici che noi abbiamo preso in questa preziosa collezione, contribuiranno senza dubbio a fissare oggimai l'opinione su questo riguardo.

(1) La stabilità precaria delle colonne può essere facilmente notata in quelle composte d'un gran numero di corsie, come si è potuto giudicare dal fatto seguente di cui siamo stati testimonj. Dopo che le colonne del portico di S. Genevieffa furono coperte coi loro capitelli, un operajo dondolando dietro le ancore che sorpassavano il capitello per tutta l'altezza dei somieri dell'architrave, si avvide che imprimeva un movimento nella colonna. Siccome negavasi la possibilità di questo movimento, continuò lo stesso esercizio e giunse a render sensibile questo movimento a tutti gli astanti. Informato di ciò, Soufflot volle assicurarsene da sè. A tale effetto si pose un regolo da ciascuna parte della colonna e l'operajo la fece smovere 2 pollici e 1/2 dalla loro primitiva posizione. Questa circostanza contribuì assai nella sovrabbondanza dei mezzi impiegati per assicurare la stabilità di questa costruzione.

Nelle memorie di M. Patte si trova un'altra osservazione dello stesso genere acconcia non meno della citata a diminuir l'idea che si è potuto formare della stabilità degli ordini d'architettura. « Io ho » osservato (dice alla pag. 281), che passando il sommiere dell'architrave su ciascuna colonna (nel » peristilo della piazza di Luigi XV) vi si fece qualche attenzione; il fusto ondulava sempre ed » usciva dalla sua verticale talvolta fino a 4 in 5 pollici; movimento che deve attribuirsi all'azione » della leva che agisce in ragione della sua lunghezza. È anche da credere che se la colonna fosse » di un solo pezzo produrrebbe nell'istante di tal postura un effetto anche maggiore, poichè i » tamburi delle colonne, quantunque ben legati insieme dai perni che li penetrano e dalla malta, » non lasciano di far perdere di corsia in corsia parte di quest'azione.

Si vedono nelle figure 4 e 5 le incavature fatte nel marmo per porvi i ramponi e le piombature che legavano insieme i pezzi dell'architrave e della cornice sopra il portico del tempio d'Antonino e Faustina. Questi dettagli fanno parte del bel lavoro che M. Menage, architetto, ha fatto sopra questo monumento.

Le figure 6 e 7 fanno conoscere la concatenazione delle corsìe dell'architrave, del fregio, della cornice e delle pietre che coprono il peristilo del tempio di Vesta a Tivoli, osservata da M. Vancleemputt, e disegnata negli studj di questo architetto (1).

Nei due esempi precedenti lo stato di ruina del monumento ha messi allo scoperto le traccie dei mezzi ausiliari di cui gli antichi facevano uso, ma nel portico di Panteon di Roma sembrava difficile che si potesse mai scoprire nulla senza scomporre qualche cosa, a cagione della somma cura con cui cercavano di nasconderli alla vista; e frattanto diveniva interessante il poterne provarne l'esistenza. Ciò fu intrapreso da M. A. Leclere architetto con un zelo ed una sagacità stati poi coronati da un pieno successo. La figura 8 costrutta dietro le indicazioni ch'egli ci ha fornite, spiega meglio, secondo noi, che non si è fatto finora, le cause alle quali questo frontespizio deve la sua solidità e la sua perfetta conservazione.

Il medesimo architetto si è compiaciuto comunicare lo studio particolare che ha fatto sull'ingegnosa disposizione che si rimarca nel fregio del portico laterale del tempio di Giove Statore, ed a lui dobbiamo il conoscere tutta la perfezione di questo lavoro. Non avendo potuto nel mio soggiorno a Roma, trovar occasione di salire sopra le tre colonne che restano di questo tempio, mi fu impossibile scoprire che il pezzo di fregio, posato in sollievo fra i due somieri situati sopra le colonne, non ha la stessa altezza di questi ultimi. Benchè nello stato attuale il

(1) L'accerchiatura che forma ivi l'incatenamento delle pietre è così perfetta che si potrebbe credere che Palladio avesse specialmente quest'esempio presente al pensiero quando parla al suo Trattato d'Architettura dell'uso che gli antichi facevano del metallo per assicurare la durata degli edifici. » Di rame si coprono alcuna volta gli edifizj pubblici, e ne fecero gli antichi i chiodi che » doroni volgarmente si chiamano: i quali nella pietra di sotto e in quella di sopra fissi, vietano » che le pietre non vengano spinte di ordine e gli arpesi, che si pongono per tenere unite e con» giunte insieme due pietre a paro: *e di questi chiodi o arpesi ci serviamo, acciocchè tutto l'edi» fizio, il quale per necessità non si può fare se non di molti pezzi di pietra, essendo quelli in tal » modo congiunti e legati insieme, venga ad essere come di un pezzo solo, e così molto più forte e » durabile* ». (Palladio, libro primo, Capitolo VI de' Metalli).

sollievo si trovi disceso fino sopra l'architrave, non si potrebbe nullameno mettere in dubbio che, in principio, il vuoto che esiste ora fra esso ed il di sotto della cornice non dovesse trovarsi al di sopra dell'architrave, che perciò era del tutto sollevato dal peso delle corsie superiori. Si è di già preveduta la spinta che doveva risultare da una simile disposizione; ma, ben lontano d'essere in difetto in questa circostanza, la prudenza degli antichi si mostra qui in tutta la sua luce; e frattanto si vede, dalle figure 9 e 10, che essi hanno unicamente calcolato sopra il soccorso del metallo per mettere in azione questo ingegnoso meccanismo (1).

Si può concludere, da tutto quello che precede, che l'architettura greca non ha mai presentato per sè stessa agli antichi tutte le condizioni d'una stabilità sufficiente, e che se il gusto, o lo stato poco avanzato dell'arte di apparecchiare, non avessero fissati presso loro certi limiti alla distanza delle colonne (2), noi ci saremmo verisimilmente incontrati con essi nella maniera d'eseguire in grande il diastilo o l'areostilo pei frontespizi dei templi.

(1) Le impiombature praticate fra la parte dei pezzi dell'architrave e il di sopra dei capitelli erano state osservate anche da Piranesi, durante il restauro che subì a' suoi tempi il portico d'Ottavia, figura 11. Per dire il vero dobbiamo dichiarare che manchiamo d'osservazioni a questo riguardo sul Panteon d'Agrippa e sul tempio d'Antonino e Faustina.

(2) Vedi Vitruvio, Libro 3, Capo 3.

NOTA

SUI TEMPII DELL'ATTICA

Noi dobbiamo all'importanza onde furono osservati i dettagli della costruzione nei lavori degli architetti pensionati dell'Accademie di Francia a Roma, il poter riferire ore nuovi esempi del collegamento delle pietre nei tempii antichi, presi dalle opere più belle in questo genere, esistenti ancora nella Grecia. La figura 12 rappresenta la metà del tempio di Nemesi, scoperto recentemente da architetti inglesi, nell'antica cittadella di Ramno. Si vede che, in quanto alle forme ed alla grandezza, questo tempio è presso a poco simile a quello di Teseo in Atene.

La parte della pianta presa sopra gli architravi A A, fa vedere i ramponi di ferro, in forma di doppio T, che legano fra loro tutti i pezzi che posano sopra le colonne. In ciascuno di questi pezzi

eccetto quelli degli angoli, cui hanno due fori destinati a ricevere le impiombature di metallo che legano il fregio all'architrave.

L'altra parte della pianta indica le travi dei plafoni B B, che riposano sopra il letto superiore de' massi che formano la cornice C C.

La figura 13 è la sezione del frontespizio, presa nel mezzo delle colonne; il dettaglio D offre un'altra sezione sopra una scala maggiore, presa sull'asse delle colonne in direzione del muro della cella. Il è uno dei ramponi di cui si è parlato.

Dettagli del medesimo genere sono pure stati osservati dai medesimi architetti in molti altri tempii dell'Attica, come in quelli di Cerere e di Diana Propilea ad Eleusi, ed anche nei Propilei di questa città, la disposizione de' quali ricorda perfettamente quella dei Propilei d'Atene.

Il capitello, figura 14, è uno di quelli dell'ordine interno di quest'ultimo edificio. Sull'abaco si vedono fori quadrati *a a* di 4 pollici in quadrato, sopra 3 pollici e mezzo di profondità, che servivano a ricevere le impiombature che ritenevano le travi di marmo nelle loro testate sui capitelli: *e sono i piccoli canali incavati in pendio per i quali il piombo fuso era condotto nei fori delle impiombature* (1).

Benchè questi preziosi documenti avessero potuto da soli rischiarare la questione di cui ci occupiamo, noi non li poniamo in questo luogo che in via sussidiaria, essendo la nostra convinzione a tale riguardo, formata interamente sui lavori dei pensionati di Roma.

(1) Questi dettagli sono tolti dall'opera che ha per titolo: *Unedited antiquities of Attica, comprising the architectural Remains of Eleusis, Rhamnus, Sunium, and Thoricus, by society of dilettanti.* London, 1817.

Armature del colonnato del Louvre.

Il colonnato del Louvre si compone di due peristili d'ordine corintio con le colonne accoppiate, compresi fra tre avancorpi decorati con colonne appoggiate e pilastri dello stesso ordine; il tutto è elevato sopra un basamento, la pianta di cui offre la stessa disposizione. La spaziatura delle colonne è 15 piedi, 5 pollici e 1/2, misurata da un asse all'altro in direzione dell'intercolunnio; la distanza fra le colonne accoppiate è di 5 piedi, 4 pollici e 6 linee, e la larghezza dei peristili è di 12 piedi.

La difficoltà d'eseguire i peristili del Louvre non consisteva nelle piattabande che girano seguendo la lunghezza di questo edificio; si avevano processi conosciuti perciò, e d'altronde tutta la spinta di queste piattabande poteva essere facilmente frenata tanto dai padiglioni delle estremità quanto dall'avancorpo di mezzo. Quello che meritava la principale attenzione era, non solo l'azione delle piattabande dei corpi più indietro, formanti un portico di 12 piedi di profondità, le quali andando dal muro a metter capo sulle colonne dovevano necessariamente spingere in vuoto: ma anche il peso dei larghi plafoni in pietra, che dovevano empiere l'intervallo degli intercolunnj. In fatti, pel taglio dei loro cunei, i plafoni non potevano mancare d'agire alla loro volta in tutti i sensi, contro gli architravi situati al di sopra delle colonne della facciata, tanto prendendole in fianco come negli angoli.

C. Perrault, a cui si disputava la possibilità di questa costruzione ardita, pervenne a superare tutte le difficoltà, e convinse i più increduli. Ecco il dettaglio dei mezzi che adoperò, il merito de' quali oggi è dal tempo pienamente giustificato.

Nel mezzo di ciascuna colonna piantò un asse di ferro grosso circa 2 pollici, diviso in tre parti innestate l'una sull'altra, e che saliva per tutta l'altezza dell'ordine. Si pretende (poichè non lo sappiamo che per tradizione) che fra ciascuna corsia del fusto delle colonne, vi sia una croce di ferro piatto che abbracci l'àncora di mezzo, due rami della quale afferrino colle loro estremità la corsia superiore e i due altri la corsia inferiore.

Sopra ciascuna colonna si pose un grosso somiere M, figura 1, Tavola CL, alto come tutto l'architrave, a traverso del quale passa la

continuazione dell'àncora della colonna: si posarono quindi tutti i cunei dell' architrave tagliati a risalti (1), tanto secondo la lunghezza del peristilo quanto sulla sua profondità: fra le commessure di essi furono inserti ferri in forma di Z, indicati da questa lettera sulla figura, lunghi circa 15 pollici, i quali si aggrappano superiormente in un cuneo e al di sotto nell' altro; il che procura a questi un appoggio solidissimo.

Sulla testa dei cunei dell'architrave si fece un taglio nel mezzo per ricevere i tiranti orizzontali H, figura 2, e B figura 1, grossi 2 pollici circa; i quali servono a collegare gli assi delle colonne nella direzione degl' intercolunnj e delle colonne accoppiate.

Perpendicolarmente a questi tiranti ne furono messi alla stessa altezza e dirimpetto a ciascuna coppia di colonne, tre altri K, K, L, dei quali i due primi K K, sono fissati con una delle estremità alle ancore di ciascuna colonna, e coll' altra in un'àncora *a*, situata dietro il muro del peristilo. Il terzo tirante intermedio L è attaccato con una parte al mezzo del tirante H, ed è pure ritenuto dall'altra con un'àncora *a*, situata fra le due precedenti. La figura 3 fa vedere in S, T, S, la sezione di questi tiranti e la loro situazione.

Dopo questa operazione si continuò ad elevare il fregio secondo la lunghezza del fabbricato: quando si ebbero posati i somieri Q, N, figure 1 e 4, sopra le colonne, sempre trapassati dall' àncora, si pose un secondo rango di cunei mettendo pure fra le commessure di essi grandi Z di ferro, simili alle già impiegate per l'architrave; quindi si costruirono i plafoni i cui peducci furono disposti come si può vedere in sezione sopra e sotto dalle figure 3, 5 e 6.

Sulla sommità dei cunei del fregio si fecero dei tagli come si era fatto su quelle dell' architrave, per ricevere altri tiranti orizzontali V, figure 1 e 5; in mezzo alle coppie delle colonne questi tiranti sono afferrati perpendicolarmente da altri I, che li collegano col muro; in quanto alle àncore corrispondenti al centro delle colonne, sono esse attaccate al muro con tiranti X, figure 3, 5 e 7, diagonalmente sopra i plafoni dei peristili.

Questi dettagli sono in parte estratti dalle memorie d' architettura di M. Patte, già citate in quest' opera; ed è cosa increscevole che

(1) Per risalto devesi qui intendere il raddrizzamento del taglio per una certa lunghezza verso lo spigolo inferiore dell' architrave, e non peducci tagliati come quelli della porta dorata del palazzo di Diocleziano a Spálatro, di cui si è parlato nel terzo libro.

Perrault non ci abbia lasciato veruna descrizione di quest'opera importante, che del resto in quanto al sistema di armatura lascia ben poco da desiderare. Si rimarcherà soltanto che se si fosse tolto fra le due piattabande il segmento *s g m*, figure 1 e 4, la seconda piattabanda avrebbe potuto servire ad assicurare la solidità della prima in vece di sovra caricarla del suo peso, come sembra fare in queste figure.

Non si può a meno di riconoscere qualche sovrabbondanza nei mezzi impiegati per assicurare la solidità di quest'opera: infatti le catene diagonali X sembrano assolutamente inutili; e si è anche osservato che le chiavette non agiscono nei nodi di queste catene, il che prova la loro inazione in tutto il sistema. Si può credere d'altronde che Perrault sia stato condotto a questi mezzi dimostrativi dalla necessità di levare tutte le difficoltà e le inquietudini che il ministro Colbert, e gli architetti uniti ad esso avevano manifestato sulla costruzione di questo edificio.

Dopo la costruzione dei plafoni dei peristili quella dei frontoni di una certa estensione, e che debbono essere eretti su piattabande, fu sempre creduta difficilissima da eseguirsi bene. Siccome le piattabande sono da sè poco capaci da portar pesi, poichè non traggono la loro forza che dalle catene di cui sono armate; ed hanno inoltre una spinta considerevole verso le estremità, quando a questa spinta si aggiugne anche lo sforzo delle cornici rampanti contro queste stesse estremità, è facile concepire che bisogna impiegar molta industria per far sostenere e tener ferma ad un tempo una tal massa in una posizione così svantaggiosa. La prima opera importante in questo genere eseguita in Francia, è senza contraddizione il frontone che termina l'avancorpo di mezzo del colonnato del Louvre, figura 8.

La sua lunghezza è 92 piedi, e la sua altezza piedi 18 dalla trabeazione fino alla sommità; è portato da otto colonne corintie binate, del diametro di piedi 3, pollici 7, posanti sul basamento che è sotto tutto il colonnato.

La costruzione delle piattabande è la stessa di quelle dei peristili; ma giova osservare che quella di mezzo ha 24 piedi di lunghezza e che nel sito della chiave ha una convessità di circa 1 pollice e 1/2; ciò è stato praticato per prevenire l'abbassamento che un peso così considerevole potrebbe provare in seguito.

Le corsie della cornice rampante hanno le loro commessure saglienti, verticali e non perpendicolari alla inclinazione, come si pratica

d'ordinario. Agli angoli della trabeazione, cioè alle estremità del frontone, si sono messi grandi pezzi di pietre, lunghi 8 in 12 piedi, che hanno code considerevoli nei muri, il tutto onde contenere ad un tempo e l'ondeggiamento della cornice della trabeazione e lo sforzo della cornice rampante che in questa direzione spinge nel vuoto.

Nella figura 8 si è supposto che il riempimento del timpano del frontone, destinato a ricevere la scultura, sia stato levato, per lasciar vedere tutto il meccanismo della sua costruzione. Vi si osserveranno tre archi di sollievo uno dei quali è acuto e gli altri due rampanti che servono a sollevare le piattabande.

Oltre le precauzioni relative all'apparecchio della pietra si sono per soprappiù legate tutte le diverse parti con catene, tiranti e ramponi che sono per la maggior parte indicati nella figura.

D D sono due corsi di catene situate dietro il timpano e servono a contenere col mezzo di àncore fermate alle loro estremità le due parti della cornice rampante del frontone.

E E, due ranghi di aste di ferro quadrato destinate a sostenere la lunghezza delle catene D D, nel vuoto dell'arco acuto, ed a riportare una parte del peso del timpano sul grosso muro.

F F sono ramponi il cui ufficio è quello di legare il timpano cogli archi alla sommità ove s'incontrano, e colla parte superiore della cornice rampante.

Dietro il parallelo che si può fare anche oggidì fra le diverse composizioni proposte per l'ingresso del Louvre e fra i mezzi impiegati da Claudio Perrault nella costruzione del suo progetto, coi processi usati a quell'epoca, si può aver fondamento di dire che quest'abile architetto aveva superato il suo secolo tanto nella teoria dell'architettura quanto nello studio dell'arte di edificare.

Armatura del second' ordine del portico di S. Sulpicio.

La figura 9 rappresenta il sistema d'armature impiegate per gli architravi del secondo ordine del portico di S. Sulpicio. Le piattabande sono doppie come nel colonnato del Louvre; e per impedire che i cunei della piattabanda inferiore strisciassero, si sono praticati in quelli a destra ed a sinistra sino alla chiave, de' fori nei quali si sono fatte entrare barre di ferro F, di due pollici di grossezza, sostenute nella loro

lunghezza, ogni due cunei, da staffe di ferro E, attaccate al tirante orizzontale che va da una colonna all'altra. La chiave è sostenuta da un'estremità della barra con tallone B, che si congiugne colle altre due.

La seconda piattabanda che comprende tutta l'altezza del fregio è un poco più alta della prima; essa è rinchiusa fra due catene di ferro fermate agli assi delle colonne. Per procurare a queste due catene una resistenza capace di frenare gli sforzi delle due piattabande, vi si è formato sopra un arco con una forte barra di ferro curvata, le cui estremità sono fermate con due talloni fatti alle estremità della catena superiore; e per dargli ancor più fermezza si è murato il vuoto del segmento con mattoni posato in malta.

A questa specie d'armatura sono aggrappate quattro staffe di ferro, e, per sostenere la catena che porta le staffe della prima piattabanda, in guisa che le due piattabande sono come sospese a quest'arco che è anche caricato del peso delle costruzioni superiori che non sono in pietre tagliate: così questo mezzo più complicato di quello impiegato nel colonnato del Louvre non produce però maggiore solidità. Le colonne di quest'ordine sono distanti 19 piedi e 3 pollici d'asse in asse.

Armatura dei colonnati della piazza di Luigi XV.

Per la costruzione delle piattabande di questi peristili, rappresentati dalle figure 10 alle 17 si sono impiegati presso a poco gli stessi mezzi che nel portico di S. Sulpicio citato, eccetto però l'arco che è sopra la seconda piattabanda, il quale si è soppresso.

Parimenti nei cunei della piattabanda inferiore si sono praticati de' fori per farvi entrare barre di ferro orizzontali, che attraversano i cunei da destra a sinistra fino alla chiave.

Le barre sono del pari sostenute da staffe che si aggrappano alla catena generale messa sull'estradosso. Questa catena è sollevata dallo sforzo di questo peso da altre staffe che si aggrappano a barre situate sull'estradosso della piattabanda superiore, che per questa disposizione si trova caricata dallo sforzo delle due piattabande e dalle parti superiori che non sono tagliate, ma attaccate sopra. Giova osservare che questo mezzo non può impedire che si allontanino inferiormente le commessure e che pesino sulle piattabande. Se si avesse voluto prevenire quest'effetto sarebbe stato duopo attaccare le pietre pel di sotto perchè allora le

commessure di esse non potendo aprirsi si sostengono come una piattabanda.

Faremo anche rimarcare che la continuità dei piani di commessure in queste due piattabande contribuisce a formare un cuneo suscettibile di agire con forza molto più grande che quelli del Louvre, ove le commessure dei cunei non si trovano in una stessa direzione.

Le spiegazioni da noi date sugli esempj precedenti, metteranno al caso di apprezzare il merito e i difetti della figura 18, che rappresenta una delle piattabande del Palais-Royal, come delle figure 19 e 20 tratte dalle Memorie di M. Patte, e che quest' architetto propose come modello per tal genere di costruzione.

Armature del portico della chiesa di Santa Genevieffa.

Sul finire del 1770 quando fui incaricato da Germano Soufflot di tutti i dettagli relativi alla costruzione della chiesa di Santa Geuevieffa, le colonne del portico ed i muri esteriori dell' edificio erano elevati fino sopra l' astragalo.

Nell' interno si era posata la trabeazione ai piloni della cupola, e tre corsie sopra formanti il zoocolo. Tutti i capitelli delle colonne isolate erano a sito come pure la parte dell' architrave formante somiere.

Trattavasi allora di posare i capitelli delle grandi colonne del portico e di far le piattabande e le volte. La grande lunghezza delle une e delle altre *congiunte alla poca resistenza delle colonne*, aveva già fatti tentare varj progetti de' quali eravamo poco contenti. La difficoltà stava non solo nel contener la spinta delle piattabande, ma nel costruirle in modo da formare una specie di accerchiatura che lungi dallo spingere, potesse contenere gli sforzi della gran vôlta di mezzo del portico e dei plafoni.

L' idea di G. Soufflot era quella di sollevare le parti sopra le piattabande con archi de' quali bisognava egualmente frenare la spinta. Dopo avervi riflettuto bene, trovai che si poteva distruggere uno sforzo per mezzo dell'altro, sospendendo, per così dire, una parte di ciascuna piattabanda ai peducci inferiori dell' arco di sollievo posatovi sopra. Per meglio far comprendere questo meccanismo, feci un modello che fu accolto, ed io fui incaricato dell' esecuzione.

L'idea di questo mezzo è il risultamento di molte sperienze da me fatte onde giugnere a conoscere la maniera onde agiscono le vôlte quando i

piedritti sono troppo deboli per resistere allo sforzo di esse. Io aveva sperimentato, che in un arco posato sopra piedritti troppo deboli, sospendendo un peso a fili che passavano nelle commessure, ad una certa altezza la spinta della vôlta rimane distrutta.

Descrizione.

Queste piattabande hanno 16 piedi e 3 pollici di lunghezza (5 metri 279 millimetri) e 21 piedi e un pollice (metri 6 e 523 millimetri) dall'asse di una colonna a quello dell'altra; la loro larghezza è 4 piedi e 10 pollici (1 metro e 570 millimetri), sopra 3 piedi 4 pollici e 6 linee di altezza (1 metro e 10 centimetri); esse sono divise in 13 peducci formanti tre vuoti *a, b, c*, all'interno. I somieri di queste piattabande sono inclinati 17 gradi 1/2.

Invece di una doppia piattabanda, come nei colonnati del Louvre e della piazza di Luigi XV, si è costrutto sopra ciascuna di queste piattabande un arco che serve ad esse in pari tempo e di sollievo e di sostegno, eretto sui somieri stessi delle piattabande. Il raggio di quest'arco, che comprende 120 gradi, è di 9 piedi e 8 pollici (3 metri 140 millimetri) mentre quello dell'arco A B, che comprende la piattabanda, è di 22 piedi (7 metri 146 millimetri). L'arco è diviso in 13 cunei estradossati ad angoli retti.

Dalla figura 1 della Tavola CLI, si vede che l'apparecchio è disposto in modo che i somieri di ciascuna piattabanda hanno un doppio taglio che li rende comuni all'arco ed a questa piattabanda. La parte posteriore dei due primi peducci di quest'arco posati su ciascun somiere, forma una commessura verticale in cui sono messe da ciascuna parte due ancore di ferro *c, d, e, f*, alle quali sono attaccate le staffe L M, G H, che sostengono i sette peducci del mezzo riuniti da una forte cavicchia *r s*, che li attraversa. Da questa disposizione risulta che, fatta astrazione dalle catene e dagli altri mezzi impiegati per resistere alla spinta degli archi e delle piattabande, questi sforzi si distruggono reciprocamente: perocchè è chiaro che la piattabanda non può agire che tendendo a ravvicinare i primi peducci dell'arco a cui è sospesa; mentre da un'altra parte quest'arco caricato da una parte del peso della piattabanda non può cedere a questo sforzo senza sollevare la piattabanda

a cui sono attaccate le staffe che impediscono ai primi peducci lo scostarsi (1).

Dietro questo processo si avrebbe forse potuto diminuire il numero dei ferri impiegati in questa costruzione, come sono i T, le barre che gl' infilano e le staffe indicate con N. Bastavano alcuni perni impiombati nelle commessure ond'impedire che i peducci potessero strisciare o agire a guisa di cunei; ma tutti questi mezzi riuniti formano un' accerchiatara capace di sostenere lo sforzo delle vôlte interne, disposte altronde in maniera da averne il meno possibile.

Questo magnifico portico ha ora più di sessant'anni d'esistenza. In quest' intervallo il bassorilievo del frontone è stato rinnovato due volte, ed abbattuti gli ornamenti del fregio senza che si sia manifestato il più leggiero effetto in veruna delle sue parti.

(1) Dai calcoli che feci allora per determinare lo sforzo che questo sistema doveva esercitare sopra i suoi punti d'appoggio, risulta che per far equilibrio colla spinta della piattabanda e dell'arco uniti, ciascun piedritto avrebbe dovuto avere 5 piedi e 6 pollici di larghezza, sopra 13 piedi e 2 pollici di spessore per 70 di altezza; oppure, ciò che diviene lo stesso, essere formato di due colonne binate come nel colonnato del Louvre.

SEZIONE SECONDA

SISTEMI DI COSTRUZIONE IN FERRO DA FUCINA

Alla strana idea d'aver voluto aggregare l'architettura alle arti d'imitazione bisogna attribuire la lunga infanzia dell'arte di edificare presso gli antichi. Tale stato in cui si trovò in confronto delle altre arti proviene certamente dall'avere studiato le forme e le proporzioni sopra modelli di legname, onde si trovò fissato il gusto prima che avesse potuto conoscere altri risultamenti. Dacchè l'architettura ebbe un tipo conosciuto, la scelta delle materie proprie a riprodurlo divenne, come nella scultura, subordinato unicamente alla grazia ed alla durata ch'esse potevano procurare al lavoro. Ma siccome le qualità del legno non si trovano in nessun luogo sotto lo stesso volume di quelle della pietra o del marmo, le imitazioni di questa materia dovevano necessariamente presentare una forza sovrabbondante in alcune parti ed una estrema debolezza in altre. Nondimeno ben lungi dall'essere trattenuti da tutte le difficoltà che dovettero incontrare in questa metamorfosi, gli antichi si applicarono a velare le inverisimiglianze più ributtanti, e pervennero a forza d'arte a far obliare l'improprietà della materia.

Lo studio esclusivo delle forme impedì loro sempre di riconoscere che i soli rapporti che possono esistere fra i diversi generi di costruzione non risiedono che nei principj comuni, base di diversi sistemi delle combinazioni di esse. Perciò quando vollero sostituire il metallo al legno per formare il tetto al portico del Panteon di Roma (Tavola XXVIII, figura 17) invece di cercare le dimensioni che bisognava dare ai pezzi di bronzo nell'insieme di un'armatura, si limitarono ad imitare le catene ed i puntoni nelle forme e proporzioni che avrebbero avuto in legname.

È facile d'altronde concepire come l'arte di edificare sia rimasta sì lungo tempo stazionaria quando si osservi che presso gli antichi la

forma e la disposizione degli edifici furono in certo modo consacrate. In seguito quando quest'arte giunse a liberarsi dei vincoli nei quali era stata ritenuta da motivi di pura convenzione, si vide prendere il suo volo e giugnere in molti generi all'ultimo grado di perfezione. I tempj della Pace e di Minerva Medica sono ancora testimonianze imponenti di ciò che hanno osato nelle opere muratorie; e dietro un passo di Elio Sparziano nella vita di Antonino Caracalla si può aver fondamento di credere che perfezionassero anche il modo d'impiegare il metallo nelle costruzioni. « Lasciò le magnifiche terme che portano il suo nome; » nelle quali si trova quella sala *Soleare*, la cui struttura sembra agli » architetti stessi inimitabile. Perocchè di barre di bronzo e di rame » consta la rete che forma tutta la volta; ed essa è di tanto spazio che » dotti meccanici sono tentati a negarne la possibilità (1) ».

(1) Reliquit thermas nominis sui eximias; quarum cellam solearem architecti negant posse ulla imitatione, quo facta est, fieri. *Nam ex aere, vel cupro cancelli superpositi esse dicuntur*, quibus cameratio tota concredita est; et est tantum spatii, ut idipsum fieri negent docti mechanici. *Aelius Spartianus in vita Antonini Caracallae*, ediz. di Stefano Robert. Parigi 1544 pagina 186.

CAPO PRIMO

DEI SOLAJ E DELLE VOLTE DI FERRO

Siccome le proprietà del ferro battuto sono assolutamente le stesse di quelle del legno, sotto un volume molto minore, ne risulta che gli elementi delle combinazioni atte ad impiegare questo metallo sono, tranne qualche modificazione, gli stessi di quelli del legname.

Parlando della rigidezza del ferro nel primo libro di quest' opera (2.ª sezione, Capo 4.º) abbiamo detto che una barra di ferro non si sostiene senza piegare ad una più grande lunghezza di una barra di legno di quercia della stessa grossezza; ma abbiamo osservato che il peso del ferro essendo a quello del legno di quercia presso a poco come 17 è a due, ne deve risultare che la rigidezza di queste due materie è in ragione inversa del loro peso specifico, e che la loro grossezza, per resistere ad uno stesso sforzo, deve essere come $\sqrt{17}$ è a $\sqrt{2}$, e prossimamente come 3 ad 1; così per rimpiazzare una trave in legno di quercia di 6 pollici di grossezza, occorrerebbe una barra di ferro di poco più di 2 pollici in quadrato della stessa lunghezza, il che non procurerebbe economia per i solaj in ferro.

PRIMA OSSERVAZIONE.

È utile rimarcare che le travi o barre sostenute orizzontalmente per le loro estremità, resistono allo sforzo che tende a farle piegare, in ragione della loro lunghezza, del loro spessore e della rigidezza della materia di cui esse sono formate. Se non si considerano che le loro dimensioni, la loro resistenza sarà espressa dal prodotto della metà del loro peso pel quadrato del loro spessore verticale, diviso per la metà della loro lunghezza.

Una trave in legno di quercia di 12 piedi di lunghezza sopra 6 pollici in quadrato di grossezza, produce 3 piedi cubici; i quali in ragione di 64 libbre danno per il suo peso 192 libbre. Una barra di ferro della

stessa lunghezza, la cui grossezza fosse in ragione inversa del peso del ferro comparato a quello del legno, sarebbe dello stesso peso. Se si indicano le dimensioni della trave e quelle della barra in pollici, si avrà per la resistenza della trave, dopo quello che si è detto, $\frac{96 \times 36}{72}$, che si riduce a 48, e per la barra di ferro $\frac{96 \times 4\frac{4}{17}}{72}$, che si riduce a $5\frac{11}{17}$; ma siccome il ferro è 8 volte e 1/2 più rigido del legno, si troverà per lo spessore della trave 48×1, che darà 48, e per quella della barra di ferro, $5\frac{11}{17} \times 8$ e 1/2, che darà pure 48.

Per evitare d'impiegare delle grosse barre, si sono immaginate delle specie di cavalletti o armature, che danno maggior rigidezza al ferro aumentandone la forza a maggior ragione del peso (1). Ecco i risultati delle sperienze che abbiamo fatte sopra due armature composte d'una barra curvata ad arco, e di una barra retta che forma la corda. Queste armature rappresentate dalle figure 1, 2, 4, 5 e 6, Tavola CLII, avevano 12 piedi di portata fra gli appoggi; una era formata in ferro piatto e l'altra in ferro quadrato.

La barra formante l'arco della prima aveva 28 linee di larghezza sopra 7 linee di spessore, pesava 62 libbre e 3/4; posata piana.

La barra retta formante la corda dell'arco, posata piana come la precedente, aveva 27 linee di larghezza sopra 9 di spessore e pesava 67 libbre e 1/2.

L'aggregato di queste due barre, senza ascialloni nè monaci, essendo posato sopra due appoggi distanti 12 piedi, la barra orizzontale piegava verso la parte inferiore di 9 linee. La distanza nel mezzo, fra l'arco e la barra retta, era di 7 pollici.

Avendo sospeso al mezzo della barra curva un peso di 112 libbre, la distanza al mezzo, fra le barre, non era più che di 5 pollici e 3/4, e la barra retta non piegava più.

(1) A M. Ango, architetto perito giurato, si deve l'invenzione di queste armature. I commissarj nominati dall'Accademia reale d'Architettura per esaminare un tavolato di 19 piedi di lunghezza sopra 16 piedi di larghezza, costrutto in questa maniera a Boulogne presso Parigi, in una casa del signor Pankoucke, esprimonsi così nel loro rapporto in data del 13 Giugno 1785. *Noi l'abbiamo trovato solidissimo, senza alcuna sfogliatura nè traballamenti, qualunque sforzo si faccia saltandovi sopra.* Se ne trovano i dettagli nell'Enciclopedia alle parole VÔUTE e SOLAI EN FERRO.

Essi terminano il loro rapporto dicendo: *È dunque desiderabile che il processo di M. Ango sia messo in pratica da tutti i costruttori, affinchè un gran numero d'esempi venga a confermare la buona opinione che abbiamo concepita del Saggio di cui rendiamo conto.*

Sotto un peso di 217 libbre, situato alla medesima maniera, la barra retta piegava verso l'alto di 8 linee, e la distanza al mezzo, fra le barre, era ridotta a 4 pollici e 3 linee; i fianchi rigonfiavano circa 3 linee.

Sotto un peso di 387 libbre, le due barre si sono unite nel mezzo; la barra di sopra presentava una doppia curvatura irregolare, che formava da una parte un rigonfiamento di due pollici e dall'altra di 3 pollici e 1/4. Questa ineguaglianza di resistenza ha fatto che il gonfiamento si è portato tutto ad un tratto da una sola parte, ove esso aveva 4 pollici e 7 linee.

La stessa armatura, trattenuta da un monaco al mezzo, e da due ascialloni pesanti in tutto 125 libbre, essendo caricata al mezzo con un peso di 160 libbre, si è mantenuta senza alcun effetto sensibile.

Sotto un peso di 417 libbre, questa armatura si abbassava, nel mezzo di 3 pollici 2 linee.

Un'altra armatura della stessa lunghezza e disposta egualmente, composta di barre quadrate d'un pollice di grossezza, pesante 101 libbre con il picciolo monaco e i suoi due ascialloni, posata sopra due appoggi distanti 12 piedi, senza carico, la barra orizzontale piegava nel mezzo verso il di sotto, di 2 linee.

Caricata la stessa nel mezzo col peso di 318 libbre, la barra orizzontale piegava verso il di sopra di 3 linee; questo carico aumentato di 418 libbre, dopo 24 ore, la barra orizzontale non piegava più; essa era perfettamente retta ed orizzontale.

SECONDA OSSERVAZIONE.

Si è detto poc'anzi che la forza delle barre di ferro d'una stessa lunghezza, posate orizzontalmente su due appoggi alle loro estremità, era in ragion diretta del quadrato del loro spessore verticale. Nelle armature di cui si tratta, tutta la forza consiste nella barra curvata in arco, ritenuta dalla barra orizzontale che ad essa serve di corda. Questa combinazione è trattenuta dal picciolo monaco o dagli ascialloni che impediscono che cangi forma; donde risulta che lo spessore nel mezzo si trova avere 7 pollici e 4 linee per le armature in barre piatte ed 8 pollici per quelle in barre di ferro quadrate di un pollice; essendo 6 pollici la freccia della barra curvata in arco, sopra 12 piedi di corda.

Da ciò che abbiamo spiegato nel libro primo, risulta che la forza d'una barra di ferro curvata in arco, e trattenuta come le armature

di cui testè si è parlato, sta a quella d'una barra retta della stessa grossezza come la sua circonferenza interna sta al doppio della freccia che misura la sua curvatura.

Essendo la grossezza della barra della prima armatura 28 linee di larghezza sopra 7 di spessore, si troverà, come nell'indicazione precedente, che la sua forza assoluta è 63,840. La sua lunghezza fra gli appoggi essendo 12 piedi, oppure 1,728 linee, l'espressione della sua forza relativa sarà $\frac{63840 \times 49}{1728}$ che si riduce a 1,810 per questa barra retta posata come fascia. La stessa barra, curvata in arco, ha il suo perimetro interno di 1,734 linee, e la freccia di curvatura 72 linee, il che dà per l'espressione della sua forza relativa $\frac{1810 \times 1734}{144}$ che si riduce a 21,795. Ma il carico che incominciava a far piegare una barra di ferro, non essendo che circa la centesima parte della forza relativa che la farebbe rompere, si avrà per la sua espressione quasi 218, che non differisce molto da ciò che dà l'esperienza, perchè se da 218 si levano 62 libbre e 1/2, per la metà del peso dell'armatura, resteranno 156 e 1/2 invece di 160 che diede l'esperienza.

Per l'altra armatura di cui le barre avevano 12 linee di grossezza si avrà $\frac{46080 \times 144}{1728}$, che si riduce a 3,840 per una barra retta, e per la barra curva $\frac{3840 \times 1734}{144}$, che si riduce a 46,240, la cui centesima parte, 262 $\frac{4}{10}$, indica il carico sotto il quale l'armatura incomincia a piegare al di sotto.

Se da 462 $\frac{4}{10}$ si levano 50 libbre e 1/2 per la metà del peso dell'armatura, il di più sarà 411 $\frac{9}{10}$, che non differisce molto da 418, che dà l'esperienza.

EPILOGO.

Risulta da queste esperienze che i calcoli che vi hanno rapporto possono essere applicati a tutte le specie di armature, tanto per le volte quanto pei solai in ferro ed altre opere dello stesso genere.

Le figure 7, 8, 9, 10, 11 e 12 della stessa Tavola rappresentano armature per un solajo in mattoni incavati, coi dettagli degli adattamenti per la commessura dei pezzi di cui si compongono; vi si è aggiunta la forma dei mattoni incavati che vi si impiegano sotto i numeri 13, 14, 15 e 16.

Questo solajo ha 20 piedi di larghezza da un muro all'altro, e i muri hanno 18 pollici di spessore; è formato con armature simili alle precedenti composte di due barre, una delle quali curvata in arco è ritenuta dall'altra che forma la corda dell'arco stesso. Questa armatura è rinforzata nella sua lunghezza da 7 piccioli asciallonì che la dividono in 8 parti eguali.

Le barre hanno 30 linee di larghezza ognuna, un pollice di spessore e sono posate piane; la freccia di curvatura dell'arco è 6 pollici, cioè un quarantesimo della lunghezza dell'armatura fra un muro e l'altro. Questi asciallonì servono a tener fermo l'arco e ad impedire che le barre si scostino più di quello che esige la curva; ma siccome esse potrebbero avvicinarsi, fra le due barre, in mezzo a ciascun ascialloné, si sono posti dei regoli di ferro che impediscono questo secondo effetto; di modo che l'insieme dell'armatura non può mutar forma.

Queste armature sono collegate fra loro da 8 ranghi di traverse composte di barre larghe 18 linee sopra 9 linee di spessore, terminate da uncini che abbracciano le grandi barre rette formanti le corde delle armature. Gl'intervalli fra le armature sono empiuti di mattoni vuoti murati in gesso prendendo le debite precauzioni onde ovviare al gonfiamento di cui è suscettibile. Sopra ciascuna armatura è un tirante di ferro piano che si aggrappa, come la barra retta dell'armatura, ad una stess'àncora posta alla parte esterna dei muri.

Le figure 17, 19 e 21 indicano armature per volte anch'esse di laterizj vuoti, comprese fra due circonferenze concentriche. Questa combinazione forma de'segmenti, le cui corde si collegano in modo da impedire che le curve si raddrizzino e da diminuire lo sforzo contro i muri esteriori.

Le figure 18, 20 e 22 rappresentano armature dello stesso genere per volte che debbono essere estradossate orizzontalmente per formare il solajo.

Nella figura 21, la mezza volta è divisa in sei peducci, comprendendo ciascuno un arco di 15 gradi, in guisa che il raggio D C sta al raggio E C come il seno totale sta alla secante di 15 gradi; come 1000 sta a 1035, come 30 a 31; e che E D è circa la trentesima parte del raggio D C. Così questo raggio, essendo supposto di 5 metri o 15 piedi darà per l'intervallo E D 166 millimetri oppure 6 pollici. Gli archi concentrici che rinchiudono questo spazio hanno per grossezza il quarto di E D,

cioè 42 millimetri o linee 18. La grossezza delle barre che formano le corde dei segmenti è 2/3 di quella degli archi, cioè 25 millimetri o un pollice. I pezzi formanti monaco hanno la stessa grossezza. Queste armature posate ad un metro e mezzo di distanza e riunite da traverse di ferro codate alle estremità, posate alternativamente, possono essere munite di mattoni vuoti ed avere una grandissima solidità se siano coperte di piombo all' esterno, quando sono esposte all' aria, e nell' interno sieno coperte di gesso. Per formare l'intonaco interno si possono attaccare agli archi con arpioni, viti od altri mezzi, i panconcelli di legno per inchiodarvi la panconcellatura e fare l' intonaco come in un plafone. La figura 22 indica la maniera di formare un solajo orizzontale sopra una vôlta a tatto sesto. Questa armatura, come pur quelle delle figure 18 e 20, non differiscono dalla precedente che pel prolungamento delle barre orizzontali E H, D I e dei piccioli ascialloni o traverse per collegare la curva colle barre orizzontali.

Quando lo spazio fra la curva e le barre orizzontali è considerevole si possono esse riunire con cerchi e barre, come lo indica la figura 22.

Quando le vôlte non hanno più di 8 in 9 piedi di diametro e non hanno nulla da sostenere, possono essere formate con un semicerchio di ferro la cui grossezza può essere d'una mezza linea ogni piede della circonferenza sviluppata, cioè 12 linee e 1/2 per un diametro di 8 piedi, e 14 linee per un diametro di 9 piedi.

Per rivestirle d' intorno si può, come abbiam detto, fermarvi sotto con viti, arpioni o in qualunque altro modo dei contropanconcelli di legno per inchiodarvi sopra la panconcellatura e fare un intonaco di gesso che non tocchi i ferri.

Per le volte di diametro maggiore, fino a 15 o 18 piedi, si possono fortificare i semicerchi di ferro con barre rette formanti un poligono circoscritto. Questa precauzione è specialmente necessaria se le curve sono di ferro fuso.

Per le vôlte dai 18 fino ai 30 o 40 piedi, si formerà un poligono fra due circonferenze concentriche, le quali si collegano come nella figura 19.

Bisogna osservare che alla sommità dell'arco trovasi un segmento, la cui corda forma una tangente orizzontale alla circonferenza inferiore, ed un altro che tocca questa circonferenza verso il mezzo dei reni nel punto in cui si fa il maggiore sforzo. Quando la vôlta è formata di un arco di cerchio, questa seconda barra deve toccare il mezzo del semiarco.

CAPO SECONDO

DEI TETTI

Le figure 1 e 2, Tavola CLIII. presentano combinazioni dei tetti in ferro che non hanno un gran carico da portare.

Le figure 3 e 4 indicano tetti più solidi suscettibili d'essere muniti di mattoni pieni o scavati, per fabbricati da mettere al sicuro dagl' incendj.

La figura 5 è una combinazione progettata da M. Ango, architetto, per un' armatura di teatro della stessa dimensione di quella del teatro d'Argentina a Roma, o del teatro dell' Odeon a Parigi.

La figura 1, Tavola CLIV, rappresenta una delle armature di ferro del tetto del Teatro Francese al Palais-Royal, e la figura 2 una combinazione composta secondo il nostro sistema dei segmenti.

Le figure 1 e 2 della Tavola CLV indicano le piante e l'elevazione d'una delle armature in ferro del salone di esposizione de' quadri al Louvre, co' suoi dettagli, e le figure 3 e 4, la pianta e l'elevazione secondo il nostro sistema. I cangiamenti consistono: 1.° nell' aver posto le semiarmature A e B, figura 3, dietro le barre C e D che formano uno degli angoli del quadrato dell' apertura invetriata, invece di collocarle in avanti, come nella figura 1; 2.° nell' avere prolungata nell' elevazione, figura 4, le barre *e* fino al punto *b*, il che dà a questa armatura maggior forza e stabilità.

Tetto e solaj della Borsa.

All' epoca in cui ci siamo occupati a ricercare le dimensioni e combinazioni che conveniva adottare per i ferri destinati a rimpiazzare il legname nei fabbricati, i due tetti di cui si è parlato erano i soli esempi conosciuti di costruzioni di questo genere. Riguardo ai solaj se ne erano fatti alcuni sperimenti, con qualche applicazione importante. In seguito l'uno e l'altro sistema furono impiegati con buon successo in molti edifici.

I tetti e solaj in ferro del palazzo della Borsa, eseguiti coi disegni di M. Labarre, architetto, occupano senza contrasto il primo posto fra tutti i lavori di questo genere. Noi siamo stati tanto fortunati da ottenere dal nostro stimabile collega la comunicazione dei dettagli necessarii per far conoscere queste opere ingegnose (Vedi la Tavola CLVI). Non dubitiamo che gli architetti, i quali ricordano che M. Labarre deve pubblicare un' opera sopra questo bel monumento, apprezzeranno come noi questa generosa condiscendenza.

SEZIONE TERZA

SISTEMA DI COSTRUZIONI IN FERRO FUSO

Relativamente all'arte di edificare, le proprietà del ferro fuso possono essere assomigliate a quelle della pietra; le funzioni dell'uno e dell'altra devono ridursi unitamente a resistere agli sforzi della pressione. Sono pure gli stessi principj che dirigono l'impiego di queste due materie, in guisa che tutte le combinazioni adottate nelle costruzioni in pietra, possono fino un certo punto convenire alle costruzioni in ferro fuso. Nondimeno, siccome a volume eguale esiste una differenza immensa fra la resistenza del ferro e quella della pietra, e siccome sarebbe risultato dall'imitazione pura e semplice delle disposizioni usate per quest'ultima, una soprabbondanza di ferro fuori di ogni misura, si è riconosciuto bentosto che le condizioni della stabilità risiedono tanto nella forma quanto nella massa dei solidi, e si pensò con ragione che i solidi vuoti possano adempiere lo stesso oggetto di quelli interamente massicci, senza compromettere in niente la potenza del sistema. Non si era preveduto però, che la ghisa così impiegata doveva per la sua fragilità trascinare gl'inconvenienti i più gravi nelle costruzioni che sono esposte, come i ponti, a commozioni violente e reiterate; perciò tutti i tentativi di questo genere non sono stati del pari felici, mentre il successo è stato completo nei tetti e nelle cupole.

CAPO PRIMO

DEI PONTI

L'idea d'impiegare il ferro nella costruzione dei ponti è abbastanza antica, dice M. Gauthey, e se ne trova indizio nelle opere italiane del sedicesimo secolo. Desaguliers l'aveva rinnovellata nel 1719, e verso il 1755 si è intrapreso a Lione un ponte di ferro di tre arcate di 25 metri d'apertura; una di esse era già montata sul cantiere, ma quest'opera non fu terminata per ragione d'economia, e si è sostituito un ponte di legno.

Ponte di Coalbroockdale.

Durante l'ultima guerra, il prezzo del legno e del ferro straniero essendosi elevato eccessivamente, si cercò d'introdurre il ferro delle fonderie inglesi nei lavori d'ogni genere, e particolarmente nella costruzione dei ponti di ghisa (1).

Il ponte di Coalbroockdale, fabbricato in Inghilterra sulla Sewern, dal 1773 al 1779, passa per il primo che si sia costrutto in ferro. Questo edifizio è stato progettato ed eseguito da due celebri capi di fucina, M. John Wilkinson ed Abraham Darby, ed i pezzi sono stati fusi a Coalbroockdale (2).

Questo ponte è formato d'un solo arco, il di cui diametro è di 100 piedi e 6 pollici inglesi (30 metri 62 centimetri). La sua curvatura comprende un arco di cerchio di 154 gradi 24 minuti e 1/2, la cui freccia è di 39 piedi 8 pollici inglesi (12 metri 63 centimetri). Il suo tavolato è sostenuto da cinque armature simili a quella rappresentata dalla figura 1, Tavola CLVII, distanti fra loro metri 1,49. Ciascun' armatura è composta di un grande arco interno di 211 millimetri di

(1) Stevenson, Descrizione dei ponti in ferro sospesi. *Edimburg*, *Philosophical journal* n.° X.

(2) Secondo Wilson, sembra che prima della costruzione del ponte di Coalbroockdale, esistesse un ponte di ferro che non aveva meno di un secolo; ma se si può mettere in dubbio la sua esistenza è anche da presumersi almeno, come osserva l'Enciclopedia Britannica, che per la sua poca importanza sia rimasto ignoto all'Inghilterra in generale.

larghezza sopra 133 di spessore, fuso in due pezzi riuniti alla sommità con una chiave, e due parti d'archi concentrici di 146 millimetri di quadratura che terminano sotto la trave o pancone che formano il tavolato. Questo pancone è anche sostenuto da pali o barre verticali, una delle quali è applicata lungo la coscia e l'altra corrisponde all'origine dell'arco interiore. Queste barre sono riunite nella loro altezza da due traverse rette e verso l'estremità superiore con una specie di centina a doppia curvatura. La parte triangolare fra la barra verticale, la trave superiore e il dorso dell'arco superiore, è riempiuta da un cerchio che riunisce tutti questi pezzi.

Gli archi di cerchio sono riuniti fra loro da traverse che tendono al loro centro comune, e che formano divisioni come quelle dei peducci.

Tutto questo sistema posato su cuscini di ferro fuso di 10 centimetri di spessore murati nella ritirata della coscia, è commesso in piaghe marcate M, figura 2.

La parte superiore del ponte è formata da pezzi di ghisa che poggiano sulle travi dell'armatura, e che sono ricoperte da uno strato di argilla mista di scorie di carbone per formare la strada. Il peso del ferro impiegato è 178 e 1/2 tonnellate inglesi (181,225 chilog. 69).

Si sono fatte delle screpolature nelle coscie, e particolarmente in quella della riva destra, che si attribuisce a qualche vizio nella fondazione ed allo sforzo delle terre sostenute da tali coscie; d'onde risultò la rottura di molti pezzi di ferro. Meno ciò, l'edificio è perfettamente conservato.

La figura 3 è una sezione sulla larghezza del ponte; e la figura 4 rappresenta una combinazione che io propongo e che offrirebbe maggior regolarità.

Ponte di Sunderland.

Il secondo ponte di ferro è stato costrutto nel 1795 a Buildwas, sulla Sewern, a poca distanza da Coalbroockdale. Dalla descrizione che si trova negli *Annali di Arti e Manifatture*, la sola per cui il ponte di Buildwas sia conosciuto in Francia, puossi giudicare che quest'edificio presenti, come il ponte di Coalbroockdale, una combinazione di grandi pezzi, la riunione dei quali compone un sistema di puntelli analogo a quello dei ponti di legno.

Sembra che l'idea del sistema dei peducci impiegato nei grandi ponti di ghisa sia dovuta a Payne che ne fece il primo saggio nel 1790

sopra un' armatura di 27 metri di raggio eseguita nelle fucine dei Valkers di Rotheram. Questo tentativo essendo riuscito compiutamente, M. Rowland Burdon adottò le idee di Payne per la costruzione del ponte che fece erigere dal 1793 al 1796 a Wearmouth presso Sunderland sul fiume Wear, secondo i disegni di M. Wilson. Quest' opera arditissima è il terzo gran ponte fatto in ferro fuso. Esso è situato nel modo più pittoresco fra due rocce scoscese, ed elevato 94 piedi, metri 28,642 mil. sopra il fiume in guisa che i vascelli mercantili possono rimontare fino a 30 miglia al di là passando sotto la sua curvatura a piene vele; figura 1, Tavola CLVIII. La corda della curva è 218 piedi e 9 pollici (metri 71,91).

Il ponte di Sunderland è sostenuto nella sua larghezza da sei armature distanti fra loro 6 piedi da un mezzo all'altro. Queste armature, una delle quali è rappresentata dalla figura 2 per metà, sono composte per questa curvatura con telaj di ghisa posati gli uni sopra gli altri come i cunei di un ponte in pietra. Ciascuno di questi cunei ha 5 piedi d'altezza (metri 1,524) sopra 2 piedi e 5 pollici di larghezza media (736 millimetri). Essi formano tre archi concentrici di 6 pollici di larghezza (153 millimetri) riuniti da pezzi verticali perpendicolari a questi archi, della lunghezza di 2 piedi e 3 pollici ognuno (millimetri 380) sopra 2 pollici (millimetri 51), lasciando fra loro un intervallo di un piede (millimetri 325).

Ciascuna parte d'arco corrispondente a questi peducci porta una specie di canale o infossatura disposta per ricevere delle piattabande di ferro battuto che collegano questi peducci fra loro in modo assai semplice, solidissimo e molto ingegnoso. Risulta da tale disposizione che il ferro fuso che è fragile si trova legato dal ferro battuto e che la rottura di uno o di più pezzi non importerebbe verun disordine nella combinazione del sistema.

Le proprietà di queste due specie di ferro sono combinate nel modo il più vantaggioso; cioè la ghisa per portare il peso, e il ferro battuto per collegare le parti. Un ponte tutto di ferro battuto sarebbe stato soggetto per la sua elasticità a vibrazioni troppo grandi: la rigidezza e l'incomprensibilità della ghisa la rendono più propria che il ferro battuto a formar i cunei degli archi; ma siccome essa è fragile, aveva bisogno d' essere trattenuta dal ferro battuto.

Le armature sono riunite ogni due cunei da traverse di ghisa R S, figura 3, lunghe sei piedi, si è data ad essa la forma di tubi onde

opporre maggior resistenza con minor materia. Questi tubi sono situati alternativamente all'estradosso ed all'intradosso degli archi; alle loro estremità sono rovesciati in piano sparso di fori, per unirli col mezzo di chiodi.

I timpani o spazj compresi fra gli archi sono muniti di cerchi di ferro che sono tangenti fra loro, come anche all' estradosso ed al di sotto del tavolato del ponte, i quali sembrano aver per iscopo il diminuire colla loro elasticità l' effetto delle vibrazioni (1).

Il peso totale del ferro è 250 tonnellate inglesi (chilog. 253810,50) delle quali 210 sono in ferro fuso e 40 in ferro battuto.

La figura 4 offre la sezione presa sulla larghezza del ponte.

La figura 5 indica una combinazione più regolare e che potrebbe essere adottata per le armature dei ponti di questo genere.

Ponte di Staines.

Questo ponte è stato costrutto nel 1802 sul Tamigi a 17 miglia da Londra, dall' ingegnere stesso del ponte precedente. L' intervallo che passò fra la costruzione di questi due ponti fu segnato da diversi tentativi che non tutti furono egualmente felici. Un ponte di ferro che si tentò di gettare sul Tamigi nell' Heresfordshire, cadde appena fu disarmato. Un simile accidente accadde ad un altro ponte di 180 piedi che si era stabilito sul Tees a Yarm.

Il ponte di Staines è pure di un solo arco di 180 piedi inglesi di corda (metri 54, 85); la sua curvatura è formata con un arco di cerchio il cui raggio è 271 piedi e 1 pollice (metri 79,225); la freccia è piedi 16 (metri 4,88). Comprende nella sua larghezza sei armature simili distanti 6 piedi da un mezzo all' altro (metri 1,95). Gli archi di ciascuna di queste armature sono composti, come nel ponte di Sunderland, con cui ha molta rassomiglianza, con telai di ferro fuso formanti

(1) Erasi sparsa la voce a Londra che il ponte di Sunderland aveva sofferto dei danni. Un ingegnere francese, che allora trovavasi in Inghilterra lo visitò nell'ottobre del 1821 e l'ha trovato in buon essere; le curve molto regolari ed i parapetti bene allineati. Osservò nondimeno che alla sommità dell'arco intermedio si erano messe delle traverse in croce fra le armature in modo da formar robusti puntelli; che molte fascie di ferro battuto erano pur state messe a puntelli sugli archi superiori ed altre picciole fascie su qualche peducio. Queste misure di precauzione parrebbero annunziare che la costruzione avesse alquanto sofferto. Lo stesso ingegnere attribuiva i movimenti che potevano essere avvenuti alla convessità sensibilissima del tavolato, circostanza che tende a diminuire molto la stabilità, specialmente per un'arcata di tanta apertura.

i peducci (1). La larghezza dei pezzi che formano gli archi è 6 pollici (0,162), sopra 4 pollici e 2 linee di spessore. Questi archi sono riuniti da pezzi verticali che tendono al centro. La larghezza media dei peducci è 4 piedi e 10 pollici (metri 1,474); cioè doppia di quella dei peducci del ponte di Sunderland; sono essi riuniti fra loro con maschi mobili che si pongono nelle piaghe praticate a ciascuna estremità delle parti d'arco A B C D, figura 2, Tavola CLIX. Gli archi di ciascuna armatura sono riuniti da apecie di ascialloni vuoti D E, situati in direzione delle commessure dei peducci e trattenuti da chiavette che servono anche a fissare i maschi che riuniscono i peducci.

I timpani sono empiuti come nel ponte di Sunderland, con cerchi tangenti fra loro e coll'estradosso dell'arco e col di sotto del ponte. Il solajo è formato di pezzi di ghisa larghi 2 piedi (0,699) aventi al di sopra de' rinforzi terminati ad arco onde procurare ad essi maggior grossezza nel mezzo. Queste lastre servono come pezzi del ponte mantenendo le armature nella loro rispettiva posizione.

Le idee di economia e le difficoltà di accomodarle condussero l'ingegnere a sopprimere le fascie di ferro battuto incastrate negli archi di ghisa dei peducci; sostituì ad esse i maschi mobili ma ne risultò un gravissimo inconveniente, ed è che la rottura dei pezzi diviene assai pericolosa e difficilissimo il rimpiazzarli, ed anche impossibile per alcuni, come gli ascialloni, in causa delle incavature praticate per ricevere gli archi dei peducci contigui. Sarebbe lo stesso circa i maschi mobili che potrebbero rompersi per effetto di un movimento nell'insieme della combinazione. La difficoltà del rimpiazzo può divenire molto dannosa alla conservazione di questo monumento (2), perciò pensiamo che debba essere preferito il mezzo impiegato nel ponte di Sunderland.

(1) Nei ponti di Vauxhall e di Southwark, che sembrano essere gli ultimi lavori di tal genere eseguiti in Inghilterra, gli archivolti sono pieni invece d'esser vuoti come in questi due esempi. Da ciò risulta che gli archi offrono l'aspetto delle vôlte costrutte secondo il sistema di Filiberto Delorme. Quest'ultima disposizione parci che debba riunire in simil caso tutte le condizioni più vantaggiose per l'uso della ghisa.

(2) Quest'articolo è stato scritto nel 1813; abbiamo veduto poscia nelle Memorie sui lavori pubblici dell'Inghilterra, pubblicata da Dutens nel 1819, *che questo ponte alfine è caduto dopo aver subito molte infruttuose riparazioni*. L'autore delle Memorie attribuisce questa caduta all'insufficienza di una delle cosce che strisciò orizzontalmente sulla sua base senza che si osservasse disordine nelle parti. In quanto a noi saremmo portati a riconoscere in questo accidente l'effetto piuttosto che la causa della caduta del ponte. Sembraci inoltre che il fatto delle inutili riparazioni appoggi la nostra opinione, e cui su questo ci riferiremo interamente.

Ponte delle Arti.

Il primo ponte in ferro costrutto in Francia è il ponte del Louvre a Parigi, i cui progetti di M. De Cessart sono stati modificati da M. Dillon che ne ha diretto l'esecuzione. Questo ponte fu terminato nel 1803, e i ferri sono stati fusi vicino a Touroude, presso Bandry e Mercier. Esso è composto di nove arcate di 59 piedi e 6 polliei ognuna (metri 19,3), in guisa che la sua lunghezza fra le coscie è 535 piedi e 1/2 (metri 173,87) sopra 30 piedi di larghezza (metri 9 e 3/4).

Ogni arcata è composta di cinque armature in ferro fuso formate con una combinazione di curve ad arco di cerchio, delle quali altre disegnano la centinatura delle arcate e le altre servono a controspingerle verso il mezzo dei reni, come lo indica la figura 1 della Tavola CLX. In mezzo di ciascuna pila si elevano cinque forti barre verticali legate con fascie alle curvature degli archi.

Le curve delle arcate, che hanno sei pollici di larghezza (162 millimetri) sopra 3 pollici di spessore (81 millim.) sono commesse nel mezzo, come vedesi nel dettaglio *l*.

Sopra ciascuna di tali armature sono fissati ad eguali distanze dei regoli *a*, *b*, *c*, *d*, pure di ghisa, che sostengono i pezzi di legno sui quali poggiano i tavoloni che formano il pavimento del ponte.

Manca a questo ponte, benchè molto ingegnosamente combinato, per avere tutta la solidità necessaria in certe circostanze, una barra continua B B, per collegare la sommità degli archi, ed un'altra C C per servire di corda all'arco sopra le pile e procurargli maggior fermezza per controspingere le grandi curve, figure 2 e 3.

Le figure 3 e 4 indicano due combinazioni in forma di peducei l'una semplice e l'altra simile a quella del giardino del Re, che potrebbe sostenere il carreggio delle vetture.

Qualche pezzo di legname è posato diagonalmente come si vede sulle piante per opporsi ai movimenti orizzontali, ma siccome i cinque pezzi verticali piantati sulle pile non sono trattenuti che da una sola traversa e da alcuni pezzi inclinati, messi soltanto nella parte inferiore, questo sistema non sembra abbastanza controspinto nel senso dell'altezza (1).

(1) Poco dopo che questo ponte fu compiuto, la folla che si appoggiava ad una delle balaustrate in un giorno di festa pubblica, essendosi rapidamente portata da una testa all'altra avvenne un mo-

È questo il luogo di richiamare, ciò che si è detto parlando dei ponti di legname pel passaggio dei pedoni, che in certe circostanze sono più caricati di quelli costrutti per le vetture.

Ponte del giardino del Re.

Questo ponte, costrutto a Parigi innanzi al giardino del Re, fu cominciato nel 1800 e terminato nel 1806 da M. Lamandé. È composto di cinque arcate di 100 piedi di corda ognuna (metri 32,36). La curvatura è un arco di cerchio il cui raggio è 130 piedi (metri 42,6), e la freccia 10 piedi (metri 3,226). Il ponte è sostenuto nella sua larghezza da sette armature distanti piedi 6 pollici 2 e 6 linee da un mezzo all'altro (metri 2,2).

L'archivolto di ciascun arco è diviso in ventun cunei di 5 piedi di larghezza (metri 1,60) sopra 4 piedi di altezza (metri 1,30) e 2 pollici e 6 linee di spessore (7 centimetri). Questi peducci rappresentati dalla figura 1, della Tavola CLXI, hanno la forma di un telajo a giorno, del genere di quelli del ponte di Sunderland, composto di tre archi concentrici e di pezzi verticali tendenti al centro. Nelle commessure si sono interposte lamine di rame di circa una linea di spessore suscettibili di comprimersi sotto la pressione e di compensare le ineguaglianze della ghisa (1).

vimento di vibrazione pronunciatissimo che produsse la più grande inquietudine. Questo accidente portò alcune riparazioni; e di poi non si permise più il fermarsi sul ponte per godere lo spettacolo delle feste.

(1) Nel progetto adottato dapprima, i cunei erano collegati da piattabande di ferro battuto, come nel ponte di Sunderland. I motivi che fecero rinunciare a questa disposizione furono: 1.° la difficoltà di accomodare le barre di ferro battute nelle intaccature degli archi in ghisa, e di fare combinare i fori delle barre di ferro con quelli fatti nella ghisa, il che non di meno si sarebbe potuto operare con la maggiore esattezza non traforando i primi che sul luogo.

2.° Il timore di diminuire la forza degli archi di ghisa forandoli: ma questo timore deve svanire quando si considera che le piattabande di ferro avrebbero raddoppiato la forza della ghisa.

3.° L'obbjezione fatta sull'impiego del ferro battuto col ferro fuso, a cagione della differente estensione di cui essi sono suscettibili ad un medesimo grado di calore. Abbiamo veduto nel primo libro di quale importanza poteva essere questa obbjezione.

È dunque indubitato che la vera ragione che fece decidere la questione, fu l'economia considerabile che risulta dalla soppressione d'una grande quantità di ferro battuto, e della mano d'opera pel collocamento.

Si legge nel *Trattato della costruzione dei ponti*, di M. Gauthey che l'abbassamento che ha luogo immediatamente dopo il disarmamento, ha variato ne' differenti archi di 7 ed 11 millimetri, e che dopo ha aumentato successivamente sino a 54 millimetri e 1/2. Ma una parte deve essere attribuita

I timpani sopra l'archivolto sono riempiti da telaj L, M, N, O, P, figura 1, formati da due archi concentrici e dei pezzi verticali perpendicolari ad essi; essi hanno le stesse dimensioni dei cunei. Questi pezzi verticali hanno il loro appoggio sull'arco d'estradosso dei peducci dell'archivolto e sono commessi con loro per mezzo di cavicchie a viti e dadi in ferro battuto. Questo riempimento dei timpani diverso da quello dei ponti d'Inghilterra ha il vantaggio di essere più solido e di più facile esecuzione, essendo composto di telai come quelli dei peducci dell'archivolto. I quattro peducci che si uniscono alla chiave portano la parte del timpano superiore. Bisogna rimarcare 1.° che gli archi del timpano sostengono una parte della pressione esercitata sul ponte, la quale si trova ripartita sopra una superficie più grande, a misura che si avvicina alle coscie ed alle pile; 2.° che il prolungamento delle commessure dei peducci non formando che un solo corpo coll'archivolto, tende a dare maggior rigidezza e forza alle armature ed a diminuire le vibrazioni quando passano vetture sopra il ponte.

Le armature sono collegate fra loro da traverse K S R, figura 6, posate perpendicolarmente alla loro direzione. Una di queste traverse corrisponde all'arco superiore dell'archivolto, e l'altra all'inferiore. La lunghezza di ogni traversa è 6 piedi (metri 1,95); il corpo o fusto è una barra quadrata di ghisa, grossa 2 pollici e 6 linee (7 cent.); questo fusto è terminato alle sue estremità da due braccia 5 e 6, traforate entrambe da un foro rotondo del diametro di un pollice (3 centim.). In questi fori passano cavicchie per riunire l'arco dei peducci colle traverse messe a destra ed a sinistra di ciascun'armatura interna.

all'effetto di qualche rottura, che dopo la costruzione di questo ponte, frequentato da pesantissime vetture, hanno avuto luogo particolarmente nelle parti vicine alle coscie in alcune aste normali che riuniscono gli archi dei peducci. Queste aste non avendo altro oggetto che di tener fermi gli archi fra loro, e i pezzi essenziali del sistema, che sono questi archi e le traverse, non essendo stati in alcun modo alterati, tali rotture non influiscono in niente sulla solidità del ponte. Si è ristabilita la concatenazione degli archi, raddoppiando le aste rotte con fascie di ferro battuto.

Comunque sia, non è inutile dire in questo luogo che nel 1808 M. Lamandé ha presentato il progetto d'un ponte di ferro a lui chiesto pel rimpiazzo di quello della Scuola Militare, accompagnato d'una Memoria il di cui capo sesto ha per oggetto di dimostrare i vantaggi che si avrebbero nel sostituire agli archi in ferro proposti, le vòlte in pietra dura, offrendo con una spesa poco maggiore pari durata, più solidità, e minori spese di manutensione.

In conseguenza di questa Memoria fu fatto il decreto, in data del 27 Luglio 1808, che ordinava la costruzione delle vòlte in pietra in sostituzione di quelle in ferro dapprima adottate. Questo ponte rappresentato dalla figura 7, Tavola CLXXXXIX, è uno de' più perfetti nel suo genere.

Si è veduto che nel poute di Coalbrookdale, le armature che sono composte di tre grandi archi fusi separatameute, sono collegate da traverse messe sulle armature e infossate negli archi; che in quello di Sunderland, le traverse hanno la forma di un tubo situato fra le armature e portano all' estremità due braccia o talloni col mezzo de' quali sono incavicchiate coi peducci. Questa forma di tubo era stata dapprima proposta per le traverse del ponte del giardino del Re collo scopo d'ottenere maggior resistenza con una stessa quantità di materia. Ragioni d'economia hanno fatto preferire i fusti pieni.

Le arcate di questo ponte sono sostennte da pile di pietra. Non elevandosi queste ultime che fino all'origine delle curvature, esse ricevono su loro dei pezzi triangolari M K T, figura 4, di ferro fuso, formanti cuscinetti per commettersi coi primi peducci delle armature. Questi sono i pezzi più forti che entrino nella costruzione del ponte; sono esse 10 piedi e 5 pollici di altezza (3, met. 39), sopra 9 piedi 2 pollici e 10 linee di base (metri 3); hanno esse lo stesso spessore dei peducci e sono legate da un'armatura all'altra, nel sito delle pile, con traverse e barre di ferro fuso, posate diagonalmeute, indicate dai Francesi sotto il nome di *écharpes*, grosse quanto le traverse alle quali sono commesse col mezzo di chiavi in ferro da fucina. Questi cuscinetti sono posati sopra un canale di ghisa E F G, figura 5, indicato sotto il nome di cuscinetto inferiore innestato nella pietra che forma il cappello del pilone è portano un'asta verticale che attraversa tre corsie delle pile nelle quali è commessa. Si sono pure innestate nelle pietre delle pareti delle coscie, grandi infossature di ghisa chiamate cuscinetti di cosce, che ricevono i primi peducci delle arcate estreme.

Il peso totale dei pezzi in ferro fuso componenti ciascun'areata è 353,000 libbre (173,000 chilogrammi).

Il tavolato del ponte è di legname grosso; esso è formato di grossi pezzi C D, figura 3, posati perpendicolarmente alle armature, ricoperte di panconi uniti. Lo spostamento e la diversione di queste travi sono ritenute da fascie di ferro battuto M N, messe a croce di S. Andrea. Questo tavolato porta una via di ciottoli e marciapiedi in pezzi di pietra dura chiusi da un parapetto in ferro battuto, all'altezza dell'appoggio, figura 2.

La figura 7 indica una nuova disposizione per empiere coi telaj le armature, la quale ci sembra riunire ad un tempo la maggior forza e

regolarità. Nulladimeno nelle arcate di una grande estensione si potrebbero fare le faccie dei peducci interamente piene, il che procurerebbe ad esse l'ultimo grado di solidità a cui si possa arrivare in questo genere di costruzione.

Dei ponti sospesi.

L'esistenza dei ponti sospesi pare che sia stata ignorata dalle nazioni incivilite quanto la natura dei paesi in mezzo ai quali ebbe origine. Il ponte di Junnan-China, di cui si parla nella *China illustrata* del padre Kircher, opera pubblicata sul finire del secolo XVII, è il primo ponte di catene conosciuto in Europa (1). In seguito molti ponti sospesi sono stati osservati in altre parti dell'Asia (2); finalmente si è riconosciuto di recente che esistevano ponti di corde in alcune contrade dell'America meridionale prima dell' arrivo degli Europei (3).

Credesi che il primo ponte a catene costrutto in Europa sia quello gettato sul fiume Tees a Winch in Inghilterra per stabilire una comunicazione fra le contee di Durham e di York. Ecco la descrizione che ne dà Hutchinson nel terzo volume dell'Antichità di Durham.

« A due miglia circa da Middleton in un luogo ove il fiume Tees
» si precipita di caduta in caduta, trovasi un ponte di catene di ferro
» sospeso sugli abissi e fissato alle estremità sulle roccie. La sua altezza
» è circa 60 piedi; la sua lunghezza 70, e la sua larghezza 2 piedi
» circa. Si è stabilito il parapetto da una parte sola, e sulla superficie
» picciole tavole fissate colle catene pel passaggio delle persone, che

(1) Dobbiamo rilevare qui l'errore nel quale ci sembra essere caduto M. S. Ware ingegnere inglese nel suo *Trattato dei ponti sospesi*, mettendo i ponti di legno del Tirolo di cui si è parlato nel Libro VIII capo XXIII *dell'Architettura universale di Scamozzi* nel numero dei ponti sospesi. In fatti vediamo che questo ingegnere ha attaccato alla parola italiana *catena* l'idea ordinaria della catena, mentre che Scamozzi dà chiaramente ad intendere quello che vuole esprimere con essa al Capo XXII, *della concatenazione del coperto*, nel quale si parla delle *catene e coperti alla Scamoziana*. L'interpretazione di questa parola nel senso *d'armatura* che noi abbiamo dato al V Libro Tomo III, pagine 186 e seguenti, acquista ancora maggior verisimiglianza quando si consideri che due dei ponti disegnati da M. Samuele Ware, come costrutti in catene, quello di Beraun in Boemia, e quello di Norimberga, in Franconia, erano ponti coperti.

(2) *Vedi i viaggi di Frezier al mare del sud*, nel 1812, 13 e 14. — *le Vedute dell'Indostan*, di Daniel n.° 23, 4.ª serie; — *il Tibet* di Turner; — *i viaggi di Frezier alle catene dell' Imalia ed alle sorgenti del Gange e del Jumna.*

(3) Vedi l'opera intitolata: *Vedute delle Cordeliere e monumenti dei popoli indigeni dell' America meridionale*, di M. Alessandro di Humboldt, Tavola 33.

» sono per la maggior parte minatori. Il viaggiatore che lo attraversa si » trova sospeso sopra orribili precipizj, e prova tutte le vibrazioni della » catena agitata dal suo movimento; pochi stranieri si azzardano a pas- » sarlo ». Lo stabilimento di questo ponte non risale oltre ottantotto anni.

Le prime applicazioni di questo nuovo sistema di costruzione ai ponti di pubblica utilità ebbero luogo nell'America Settentrionale. Vediamo nel *Trattato dei Ponti* di Tomaso Pope architetto di Nuova-York, pubblicato in questa citta nel 1811, che otto ponti a catene sono stati stabiliti in America secondo la teoria della catenaria. L'autore ci fa conoscere ancora che il governo degli Stati-Uniti ha accordato nel 1808 una patente per lo stabilimento di un ponte sospeso, e dà la descrizione di un ponte di questa specie fatto nel 1809 sul Merrimak nel Massacciusset di una sola arcata di 240 piedi d'apertura.

Soltanto nel 1813, epoca nella quale la maggior parte degli operai del Lancashire erano senza lavoro, e gli altri non guadagnavano che debolissime giornate, si manifestò in Inghilterra l'idea d'imprese di simil genere. Il primo gran ponte sospeso è quello che fu gettato sul Tweed a Norbam-Fort, a cinque miglia da Berwick, per unire l'Inghilterra alla Scozia. La maggior parte dei progetti formati dopo, non offrono che copie difettose o pericolose del ponte di Tweed o dell'Unione; e perciò l'abbiamo scelto per far conoscere il meccanismo di queste costruzioni.

Ponte a catene dell' Unione.

Questo progetto così ardito, rappresentato dalla figura 1, Tavola CLXII, è stato eseguito dal capitano Samuele Brown della reale marina, al quale l'Inghilterra deve l'uso delle corde di ferro ora adottate nella marina reale e nella mercantile (1).

Il tavolato è sospeso alle catene con pezzi rotondi di ferro di metri 0,025 di diametro, ritenuti all'estremità superiore in certi cappelli di ghisa, figure 8, 9 e 10. Il ferro diviene quadrato, aumenta di grossezza a tale estremità, in forma di coda di rondine, e penetra in un'apertura praticata nel cappello, nella quale la testa del fusto entra dal basso

(1) La descrizione che segue è stata data da M. Stevernson, nel n.° X dell'*Edimburg Philosophical journal*. Noi seguiamo la traduzione di M. Navier ingegnere in capo al corpo reale dei ponti e strade, nella sua Memoria sui ponti sospesi, Parigi 1823.

all'alto, ed ove si mette in seguito una picciola bietta di ferro che termina di empirla ed impedisce che il suo fusto possa discendere. La forma del cappello che sta sopra le catene è piuttosto complicata, perchè questo cappello è nello stesso tempo destinato a ricevere le teste dei fusti ed a contenere, facendo le funzioni di traverse, le situazioni rispettive dei pezzi di catene su i quali riposa. Perciò al di sotto vi sono delle appendici che penetrano negl'intervalli di questi pezzi. La figura 8 ed il lato destro della figura 9 rappresentano l'elevazione laterale e la pianta delle catene portanti il cappello. La figura 8 ed il lato destro della figura 9 rappresentano l'elevazione laterale e la pianta delle commessure delle catene portanti il cappello. Il lato sinistro della figura 9 è la pianta della commessura, supponendo tolto il cappello. Il lato destro della figura 10 è una sezione trasversale fatta innanzi una commessura, e il lato sinistro della stessa figura una sezione trasversale fatta nel mezzo. I tratti verticali distinguono le sezioni fatte nel ferro fuso.

Le estremità inferiori dei fusti di sospensione, fatte di ferro più forte della grossezza di metri 0,032, terminano a forchette, figura 6; esse abbracciano una barra di ferro piano posata in coltello, di metri 0,076 di altezza, che corre in tutta l'estensione del ponte e sulla quale poggiano le travi del tavolato. Esso è dunque interamente sostenuto su due armature distanti una dall'altra metri 5,49.

Le catene erano in numero di dodici appajate e situate a ciascun lato del ponte su tre ranghi situati in uno stesso piano verticale e distanti circa 5 centimetri. Queste catene, come pure tutte le altre parti di ferro battuto in questa costruzione, sono fatte col ferro migliore del paese di Galles. Le barre di cui sono composte sono di ferro rotondo del diametro di 0,051 (1). I catenoni hanno metri 4,45 di lunghezza misurate fra il mezzo delle commessure ed hanno alla loro estremità occhi fortemente saldati. Questi catenoni sono commessi col mezzo di anelli di ferro quadrati di metri 0,31 di grossezza, e di cavicchie passate negli occhi e negli anelli di forma ovale, il cui diametro orizzontale è di metri 0,068 ed il diametro verticale di metri 0,057. Queste

(1) Il perfezionamento poscia apportato nella costruzione dell'imbarco della Trinità stabilito dallo stesso autore, ci sembra meritare un'attenzione particolare; esso consiste nell'impiegare forti barre sopra i punti di sospensione ove lo sforzo è più grande, e a diminuirle verso il centro ove è minore ma senza astenersi tuttavia dal dare esattamente alle barre, situate in ciascuna parte della curva, una grossezza proporzionata allo sforzo che sostengono, il che sarebbe stato preferibile.

cavicchie hanno ad una estremità una testa, ed all' altra una chiavetta con una girella. I nodi delle catene caricate dei cappelli che portano i fusti di sospensione, sono disposti di modo che questi fusti sono alternativamente sospesi ai tre ranghi di catene, poichè il primo fusto è attaccato al rango inferiore, il secondo al rango di mezzo, il terzo al rango superiore, e così di seguito. Risulta da questa disposizione, che tutte le catene sopportano un eguale sforzo, e che le catene non tendono punto ad essere piegate, ma sono unicamente sollecitate nel senso della loro lunghezza. L'intervallo dei fusti di sospansione è, al mezzo del ponte, il terzo della lunghezza dei catenoni, cioè metri 1,52. Questo intervallo diminuisce un poco avvicinandosi alle coscie, in ragione dell'inclinazione delle catene.

Quantunque la lunghezza del tavolato sia solamente di 110 metri, la distanza fra i punti dei pilastri dove terminano le catene è di metri 131,7. La freccia della curva è di circa 8 metri. Le sei catene principali, con il loro apparecchio, pesano circa 5 tonnellate (5080 chilogrammi) ciascuna, e il peso del ponte intero, fra i punti di sospensione, è stato stimato 100 tonnellate (101600 chilogrammi).

Sopra la riva sinistra del fiume, dalla parte della Scozia, le catene passano sopra un pilastro di murazione aventc 18 metri d' altezza e 10 metri di larghezza, sopra metri 6, 5 di spessore al livello del tavolato. La larghezza dell' arcata aperta in questo pilastro, che serve d'ingresso al ponte, è di metri 3,66. Ciascun pajo di catene passa attraverso alle fenditure corrispondenti praticate nella murazione a metri 0,6 d'intervallo le une sopra le altre, e posano sopra cilindri murati nella pietra; i catenoni sono fatti, in questa parte di catena, brevi quanto è stato possibile, affinch' essi possano appoggiarsi sopra i cilindri senza che il ferro sia esposto ad essere piegato. Dopo aver attraversato il pilastro, le catene sono prolungate verso il suolo in una direzione inclinata, penetrandovi fino alla profondità di metri 7,3, ed attraversano alle estremità grandi piastre in ferro fuso, alle quali esse sono fissate da una forte cavicchia ovale di metri 0,076 sopra metri 0,088 di grossezza. Queste piastre hanno metri 1,83 di lunghezza e metri 1,52 di larghezza; lo spessore è al centro metri 0,127, e si riduce verso i margini a metri 0,064. Le estremità delle catene, così fissate, sono caricate di pietre dure e di altri materiali fino al livello della strada. Si vede comparire alla superficie del suolo una murazione grossa in pietre secche, e non vi ha nulla per garantire la base delle catene.

Sulla riva del Tweed dalla parte d' Inghilterra, il pilone di muratura sul quale poggiano le catene, è stabilito in una escavazione fatta in una roccia scoscesa, formata da un' arenaria tenera, leggermente colorita in rossiccio. I piloni sono costruiti con una pietra della stessa natura, ma della migliore qualità. L' altezza del pilone della riva destra è circa 6 metri, e la figura è somigliante a quella della parte superiore del pilone elevata sopra la riva opposta. Si è costrutto innanzi alla base un fabbricato ornato d'un piccolo portico che serve di alloggio all esattore del pedaggio. Le catene s'appoggiano su piastre di ferro fuso, incastrate nella murazione, e non sopra cilindri, come dalla parte opposta. Le grandi piastre in ferro fuso, fissate all'estremità delle catene, sono delle stesse dimensioni di quelle descritte qui di sopra; ma in luogo d'essere, come queste ultime, infossate nel suolo, sono piuttosto situate sopra la fondazione del pilone, dove sono posate presso che verticalmente, ed in una direzione corrispondente a quella dello sforzo apparente dalla tensione proveniente dal peso del ponte. Per maggior sicurezza, queste piastre poggiano contro un arco orizzontale in murazione, incastrato a coda di rondine nella roccia. M. Stevenson, dando questi ultimi dettagli, osserva che questa parte della costruzione non era finita nella visita fatta all'epoca dell'apertura del ponte: essa è al presente quasi del tutto nascosta, e si possono vedere solamente, dalla cornice del pilone, le barre delle catene curvarsi leggermente penetrando nella murazione.

M. Stevenson rende conto nella maniera seguente della forza delle catene del ponte dell'Unione, paragonata al carico che esse sono esposte a sostenere. Dopo aver citate le esperienze fatte negli stabilimenti per la fabbrica dei cavi dei signori Brunton e Brown a Londra, da cui risulta che una barra avente circa 2 pollici di diametro, esige, per esser rotta, uno sforzo di 92 tonnellate (46 chilogrammi per millimetro quadrato) esso osserva che il calcolo della solidità d'una costruzione di questo genere deve essere stabilito in casi estremi, come quello ove il tavolato fosse carico d'una folla di persone oppure da una truppa di bestiame. Il primo gli sembra il più dannoso, mentre nel medesimo tempo che esso produce il più grande carico, una superficie data, occupata da uomini serrati gli uni contro gli altri, è più caricata che la stessa superficie occupata da bestiame nel rapporto di 9 a 7; è d' altronde più facile di regolare la marcia di un armento che quella d'una folla di popolo, attirata da qualche motivo d'interesse. Un esempio osservabile della difficoltà

di contenere la folla si è presentato nell'apertura del ponte dell'Unione nel 1820. Gli spettatori avendo rotte tutte le barriere ed essendosi precipitati sul ponte, si giudicò essersi trovate 700 persone ad un tempo sul tavolato del ponte. Valutando il peso di ciascheduna 150 libbre (chilogrammi 68) si avranno 47 tonnellate; e siccome il peso del ponte fra i punti di sospensione è stimato 100 tonnellate, le catene sostenevano allora un carico di 147 tonnellate. L'inclinazione delle catene sull'orizzonte essendo 12° circa, questo carico produceva una tensione di 870 tonnellate, mentre le dodici barre di 2 pollici di diametro ognuna, non avrebbero potuto rompersi che per una tensione di $12 \times 92 = 1104$ tonnellate (1).

OSSERVAZIONI.

Non si potrebbe dubitare che i ponti sospesi possano presentare in certi casi molti vantaggi sui ponti ordinarj (2). Al grado cui sono pervenute ai nostri giorni le conoscenze teoriche e pratiche questo nuovo sistema di costruzione non poteva a meno di giugnere prontamente al grado di perfezione di cui era suscettibile. In generale, è alla scienza che appartiene schiarire le quistioni relative all'arte di edificare; e dopo ch'essa ha percorso speculativamente i risultati di diverse combinazioni sinò negli ultimi termini del possibile, e per così dire, affrettato il giudizio dell'esperienza, il parallelo può stabilirsi fra i nuovi mezzi e questi di cui l'arte era in possesso da tanti secoli. Tuttavolta in questo stato di cose, soltanto dopo aver profondamente studiate queste materie, si può sperare di salire alle alte considerazioni sopra le quali deve appoggiarsi la soluzione che si propose.

(1) Giova osservare che il carico si elevava in tal luogo fino al terzo circa della potenza sotto la quale le catene si sarebbero rotte. D'altronde questo termine è quello che adottano quasi tutti gl'ingegneri. Nondimeno, siccome si deve considerare che *la pressione di un ponte sospeso è viva mentre quella d'un ponte fermo è morta*, pensiamo con S. Ware che poichè nei casi ordinarj non si ammette nella pratica che il quarto della forza dei materiali, a più forte ragione non si deve andar più oltre nell'impiegarli straordinariamente in opere così ardite ed importanti.

(2) I ponti sospesi hanno specialmente il vantaggio di far risparmiare le enormi spese che nelle antiche costruzioni assorbivano le centinature. Si commettono e si dispongono le funi sopra una delle rive; si dispongono de' battelli secondo la direzione del ponte e sovr'essi si fanno scorrere le funi; si attacca con facilità uno degli estremi, e col mezzo dell'argano si conduce l'altra estremità al secondo punto d'attaccatura. La prima curva stabilita serve come palco alle altre che si conducono a sito col sussidio di tagli e di argani.

Le osservazioni che noi avremmo a fare sopra i ponti sospesi non potrebbero che offrire la più grande conformità con le conclusioni alle quali si è fermato M. J. Cordier, ispettore di divisione nel corpo reale dei Ponti e Strade, in seguito del lavoro che su tale argomento ha intrapreso. Prevenuto sopra molti punti da questo sapiente ingegnere, a noi ha sembrato difficile di aggiungere cosa alcuna agli sviluppamenti che ha dato a quelli sopra i quali ci siamo incontrati; perciò abbiamo creduto doverci limitare ad offrire le sue proprie osservazioni alle meditazioni di tutti i costruttori.

« I ponti sospesi considerati come opere pubbliche, » dice M. Cordier (1) « non potranno essere preferiti ai ponti in pietra, oppure in » legno che in ragione 1.° della novità delle costruzioni; 2.° della vinta » difficoltà; 3.° del carattere monumentale; 4.° della loro solidità e della » loro durata; 5.° infine della economia nella spesa.

» 1.° Noi vediamo che i popoli delle Indie Orientali e Occidentali » si servono da un tempo immemorabile dei ponti sospesi; che se ne » fece uso in Europa ad epoche rimote, in Italia, in Francia ed in Inghilterra; che i Francesi gli hanno impiegati nelle guerre antiche e » moderne; che se ne contano molti in America ed in Allemagna, ecc. » sia in funi, sia in pezzi di legno (2) oppure in catene di ferro. Queste » costruzioni non hanno dunque il merito d' una scoperta o della novità.

» 2.° Al progresso delle scienze non bisogna attribuire l' applicazione recente dei ponti sospesi e la perfezione dell' esecuzione che » vi si rimarca, poichè gli uomini di genio, che hanno costrutto quelli » che esistono, non hanno fatto uso che degli elementi di geometria e » di statica per calcolare le dimensioni dei pezzi; e determinare con » precisione tutti i dettagli di queste opere, poichè è riconosciuto che » essi non si sono occupati dello studio delle matematiche superiori.

» L' abbondanza e il basso prezzo del ferro in Inghilterra ed in » America, il perfezionamento del torchio idraulico, macchina ammirabile e d'invenzione francese, ci sembrano le principali ed uniche cause » delle nuove intraprese di questo genere. Il progetto d' un ponte sospeso, sia pur formato dall' ingegnere il più abile ed esercitato, ed

(1) Saggi sulla costruzione delle strade, dei ponti sospesi, delle barriere ecc. — Lilla, coi tipi di Reboux-Leroy, 1823.

(2) M. Cordier sembra manifestare in questo luogo l' opinione stessa di S. Ware circa i ponti sospesi del Tirolo. Vedi la nota a piè della pagina 122.

» eseguito dagli operai i più esperimentati ed i più abili, non offri-
» rebbe alcuna guarentigia della sua solidità, se tutti i pezzi di ferro non
» fossero stati esperimentati insieme e separatamente, con una atten-
» zione scrupolosa.

» La tenacità del ferro è più difficile a dimostrare alla vista che
» quella del legno; essa è assai più variabile, perchè dipende dalla na-
» tura della miniera, del combustibile e dei modi di fabbricazione. Non
» si può dunque prescindere dal provare le catene, le cavicchie ed i
» fusti, poichè i difetti di qualche pezzo importerebbero la caduta del-
» l'edificio. Ma bisognava disporre d'una macchina semplice e potente,
» che permettesse di fare queste esperienze in poco tempo ed a poca
» spesa. Il torchio idraulico ha riunito questi vantaggi, e pare ben pre-
» feribile ad un sistema di leve, l'azione del torchio essendo lenta,
» regolare, graduata a piacere e quasi insensibile.

» 3.° Un ponte sospeso non può essere considerato come monu-
» mentale; si esige da un monumento d'architettura che possa sfidare
» l'azione dei secoli e gli sforzi delle generazioni; che resista colla sua
» massa e col suo volume, e che la materia non possa tentare l'avidità
» d'una truppa nemica.

» Il popolo più devastatore rispetterebbe le piramidi d'Egitto, i ca-
» nali ed altre opere stabilite con grandi spese, perchè fa d'uopo per-
» dere, distruggendole, quasi tutto il lavoro impiegato a costruirle. Così
» più i materiali d'una costruzione sono comuni e di meno valore, più
» essi sono voluminosi per una somma data, e più il monumento ha pro-
» babilità di durata, se gli elementi resistono all'acqua, al ghiaccio ed al
» fuoco. I secoli passano sopra i monticelli di pietra e di terra, e levati
» dalle armate, senza che la loro massa sia alterata dal tempo, oppure
» interamente distrutta dallo sforzo degli uomini. Il viaggiatore ritrova
» con facilità nelle Alpi, le traccie delle vie romane, e nelle Gallie le
» reliquie dei ponti in pietra, degli acquidotti, dei campi di Cesare, ab-
» bandonati dopo tanti secoli; puossi ancora riconoscerne e studiarne le
» disposizioni, ed ammirare questi monumenti eterni dell'arte dell'inge-
» gnere civile e militare ad epoche così rimote.

» Il ferro nel continente è ancora un metallo raro e prezioso; non
» puossi come in Inghilterra, farne dei muri estesi, macchine, ruote, pro-
» digalizzarlo nei lavori campestri, e abbandonarlo lontano dalle abita-
» zioni. Sovente si ruba anche vicino alle città il ferro e la ghisa delle

» costruzioni pubbliche e private; il valore e l'utilità di queste ma-
» terie tentano la miseria, e la facilità di venderle incoraggia ai delitti.
» Un ponte a catene, situato isolatamente sopra una grande via, in una
» città stessa, sarebbe ben presto danneggiato se non fosse sorvegliato;
» esso cadrebbe in forza della sottrazione dei chiodi, delle cavicchie
» ed altri pezzi che si possono staccare con facilità. Se i ponti delle
» contrade che furono recentemente il teatro della guerra fossero stati
» di catene, siccome gli hanno tagliati, nei rischi alternativi delle bat-
» taglie, presso che tutti, anche quelli in pietra, è probabile che non
» resterebbe alcuna traccia di queste opere, distrutte dietro un ordine,
» e rubate a pezzo a pezzo in pochi giorni. Noi abbiamo veduto re-
» centemente dei corpi nemici strappare e portar via le balaustrate ed
» anche le ferramenta degli edificj pubblici.

» 4.° Un ponte sospeso a catene è solidissimo in questo senso,
» che può portare tanti uomini, animali e vetture cariche quante può
» contenerne il suo pavimento: ma chi oserebbe guarantire l'effetto
» della caduta di un carro caricato di pietra di taglio, cadente da 5
» o 6 piedi di altezza sopra il tavolato? Non è probabile che le ca-
» tene, i fusti di sospensione o il tavolato allora si rompano, e le
» pietre trascinino una parte del ponte oppure vi passino a traverso?
» *Il passaggio d'una mandra di bovi sopra un ponte a catene degli*
» *Stati Uniti, la vibrazione prodotta da tre persone sopra un ponte in-*
» *glese, e un colpo di vento, hanno bastato per distruggere le prime*
» *costruzioni di questo genere.*

» Il tavolato dei ponti sospesi è formato di travi e di assi esposti
» alla pioggia e di poca durata. Se queste travi, in parte infracidite,
» che non sono sostenute che alla loro estremità, cadessero sotto un
» forte peso, le vetture ed i passeggeri sarebbero precipitati nel torrente,
» perchè non esiste verun pezzo doppio e solido per prevenire questa
» disgrazia.

» Uomini mal intenzionati possono, in qualche ora o in qualche
» momento, distruggere l'opera la più considerabile di questo genere,
» segando a metà qualche trave, o limando qualche pezzo di ferro, o
» introducendo un fuoco artificiale fra le commessure: non è così d'un
» ponte in pietre e nemmeno in legno; travi vicine e grosse diminui-
» scono la lunghezza dei panconi, aumentandone la forza, e permettono
» di ricoprire il passaggio con una strada pavimentata o in ciottoli,

» che non si può danneggiare in pochi istanti; le alterazioni del tempo
» si manifestano molto prima, e gli sforzi di alcuni uomini sarebbero
» impotenti, nè si danno esempi della caduta rapida ed inattesa di si-
» mili costruzioni.

» 5.° Le considerazioni precedenti avrebbero senza dubbio poco
» valore se i ponti sospesi costassero molto meno nella costruzione di
» quelli in pietra o in legno; ma i calcoli più semplici stabiliti secondo
» i prezzi dei materiali, contengono la prova dell' asserzione contraria.

» Dietro un gran numero d' esperienze si valuta la forza d' una
» verga di ferro tirata nel senso della lunghezza a chilogrammi 39,50
» ogni millimetro quadrato, e quella d' un pezzo di legno d' abete nel
» medesimo senso, a chilogrammi 7,90, pure per millimetro quadrato;
» ma il peso specifico del ferro in barra è di 7 chilogrammi 688, e
» quella del legno d' abete giallo di 0,657; quello dell' acqua ad una
» temperatura di 10° essendo 1, il rapporto della forza del legno d' a-
» bete a quello del ferro per uno stesso volume è di 1 a 5, e quello
» del loro peso è di 1 a 11,85; il rapporto della forza di due pezzi dello
» stesso peso, l'uno in abete e l'altro in ferro tirato nello stesso senso
» e per la loro lunghezza, è dunque di 2,37 a 1.

» Ma in Francia si paga dieci volte più 50 chilogrami di ferro che
» 50 chilogrammi di legno grosso; per conseguenza, se due pezzi di
» legno e di ferro costano lo stesso, il pezzo di legno rappresenta una
» forza di 23,70, o quasi di 24 volte più grande che quella del pezzo
» di ferro. Non si possono dunque preferire in Francia i ponti in ferro
» ai ponti in legno relativamente all' economia.

» Il ferro ha senza dubbio delle qualità superiori a quelle del le-
» gno; il fuoco, l'aria, l'acqua non alterano che debolmente le forti ver-
» ghe; ma si sa preservare, per secoli, il legname dei ponti e quello
» degli edifici guarentendoli dall' umidità. Esistono armature di chiese
» e di ponti coperti in legno, i di cui pezzi principali vantano molti
» secoli.

» Ammettiamo nondimeno che la durata d'un ponte in catene sia
» dieci volte quella d'un ponte in legno, vi sarebbe ancora economia a
» scegliere quest' ultimo modo di costruzione; si troverà dopo cento
» anni, calcolando gli interessi dei fondi impiegati, che un ponte in le-
» gno, sovente rinnovato, sarebbe costato molto meno che quello in ferro.

» Noi abbiamo un termine di comparazione che servirà a stabilire
» la differenza di questi due sistemi.

» Il ponte sopra lo stretto di Menai (1), d'una sola arcata, ha circa
» 165 metri d'apertura fra le coscie. Lo sbarco del ponte di Maison so-
» pra la Senna costrutto in legno con pile in pietra è di 165 metri.

» La spesa del ponte di Menai è stata valutata a 1,500,000 fran-
» chi; ma si porta nondimeno in ragione degli aumenti a 2,000,000;
» togliendo da questa somma 1,100,000 di franchi per le costruzioni
» delle murazioni, delle teste, e di tutte quelle e straordinarie spese prodotte
» dall'innalzamento del ponte, dalle difficoltà dell'impresa, restano 900,000
» franchi; ma la ghisa ed il ferro costano in Francia tre volte più
» che in Inghilterra, si può dunque calcolare che la spesa d'un ponte
» simile sulla Senna sarebbe almeno il doppio oppure 1,800,000 franchi:
» un ponte in legno sulla Senna, con le coscie e pile di pietra di taglio,
» non costerebbe più di 450,000 franchi, cioè quattro volte meno che
» un ponte in ferro d'una sola arcata.

» La differenza dei prezzi di queste due opere essendo di 1,350,000
» franchi, l'interesse al 6 per 100 è di 81,000 franchi, cioè che a cia-
» scun periodo di cinque annate si potrebbe cogl'interessi della somma
» risparmiata costruire un ponte in legno con pile e coscie di mura-
» zione, della stessa dimensione di quella d'una sola arcata in catene.
» La solidità in questi due casi è supposta la stessa, e calcolata per
» ammettere il passaggio d'una doppia fila di vetture caricate.

Se noi paragonassimo un ponte di catene ad un ponte coperto in
» legname, i risultati sarebbero più favorevoli ancora per quest'ultimo
» sistema, perchè, la durata essendo più grande, la spesa, dopo un lungo
» termine, sarà molto minore. Un ponte coperto d'altronde è esposto a
» meno accidenti che un ponte di catene, e costa molto meno di ma-
» nutenzione. »

L'autore giustifica poi cogli esempi l'opinione, che i vantaggi at-
tribuiti ai grandi ponti sospesi sono più apparenti che reali, e che ad
eccezione di alcune località e circostanze particolari, i ponti in legno
ed anche in pietra presentano maggiori caratteri di solidità, di durata e
d'economia.

(1) Progetto di un ponte sospeso presentato da Telford, per essere costrutto sullo stretto di Me-
nai fra l'Inghilterra e l'isola d'Anglesea.

CAPO SECONDO

DELLE CUPOLE

Parlando dei solai compresi fra superficie rette ed orizzontali, noi abbiamo fatto vedere che la combinazione più semplice e più solida delle armature che debbono formarle, è quella di fortificarle con archi di cerchio interni, trattenuti da piccioli regoli e da barre che impediscono agli archi di raddrizzarsi.

Le vôlte che hanno la curvatura apparente di dentro e di fuori possono pure formarsi con armature composte di segmenti di cerchio che si collegano fra loro, come lo indicano le figure 17, 19 e 21 della Tavola CLII.

Se le vôlte debbono formar tavolato al di sopra, le parti comprese fra le curve del centro e del suolo orizzontale forniscono un mezzo di renderle estremamente solide, come abbiamo indicato nelle figure 18, 20 e 22 della stessa Tavola. È lo stesso delle armature per formare i tetti, indicate dalle figure della Tavola CLIII; ma è essenziale osservare che, quando si tratta di vôlte a botte d'un grandissimo diametro, comprese fra due superficie curve apparenti, occorrono precauzioni particolari per impedir loro di spingere i muri, cangiando di forma per l'effetto del loro peso e della loro elasticità e delle variazioni di temperatura alle quali esse possono essere esposte.

Quando la pianta del sito da *voltare* è quadrata, o che ne differisce poco, fa d'uopo preferire la forma delle vôlte a schifo a quella delle vôlte a botte, perchè nelle prime, gli sforzi delle porzioni che si riuniscono per formare gli angoli si distruggono in gran parte.

Il sistema più vantaggioso delle vôlte per coprire un grande spazio, è quello delle vôlte sferiche, perchè possono essere trattenute in tutti i punti da cerchi orizzontali che impediscono d'agire e di cangiare forma. Nullameno fa d'uopo considerare che, se queste vôlte debbono essere esposte immediatamente alle intemperie dell'aria, saranno suscettibili di sentire, pei differenti gradi di temperatura, gli effetti alternativi di dilatazione e di condensazione, che finiranno col diminuire di molto la forza d'unione delle loro commessure. Questi effetti diverrebbero tanto

più pericolosi, quanto maggiore sarà il diametro delle vôlte, a cagione del maggior peso messo in movimento.

Per prevenire tali inconvenienti, fa d'uopo evitare di coprire queste vôlte con materie metalliche troppo sottili, che, in luogo di preservarle da questi effetti, gli aumentano. È per questa ragione che, nel progetto della cupola in ferro da me proposta nel 1803 per la corte del mercato delle Biade a Parigi, la copertura doveva essere in tegole piatte verniciate, che avrebbero meglio guarantite le armature componenti la vôlta in ferro e le sue commessure, che non una copertura metallica soggetta a molte variazioni. In quantò all'obbiezione che mi è stata fatta da qualche persona relativamente al peso, io ho osservato, dietro i principj sui quali si stabilisce la vera teorica della costruzione, che, in questa circostanza, il peso della superficie che serve di copertura alla vôlta non può che contribuire alla sua solidità, quando si trova in un rapporto convenevole con gli sforzi che tendono a far gonfiare i fianchi.

La figura 1 della Tavola CLXIII indica la projezione in pianta di un quarto di questa cupola, ed il compartimento che doveva formare le combinazioni delle armature verticali con i cerchi orizzontali.

La figura 2 indica la veduta interna di questo quarto in elevazione con la lanterna che doveva terminare la cupola.

Le figure 3, 4, 5 e 6 indicano la pianta, le elevazioni all'interno ed all'esterno, ed il profilo del compartimento, per un elemento della cupola sopra una scala maggiore.

La figura 5 fa vedere la disposizione delle tegole, il telajo di ferro che doveva sostenerle, e la combinazione delle curve verticali ed orizzontali che dovevano formare la vôlta.

Le curve o armature dovevano essere composte di parti di ferro battuto, accomodate in modo di formare la vôlta per ranghi orizzontali, comprendendo in altezza un cassone quadrato ed un quadro, in guisa che la posatura poteva farsi senza aver bisogno di legname che salisse dal fondo, ma soltanto di alcuni palchi leggieri, il primo de'quali avrebbe poggiato sulla cornice, e gli altri sarebbero stati sostenuti da ciascun rango inferiore terminato, affine di posare ed accomodare i pezzi di quello di sopra.

Lo scopo ch'io mi sono proposto nella combinazione delle parti di questo progetto di cupola, è stato di formare una superficie ferma e continua, capace di resistere in tutti i sensi ai maggiori sforzi che può avere da sostenere, e di procurare una solidità ed una durata eguale

a quelle del rimanente dell' edificio. Così per giugnere a dare a questa superficie la fermezza e continuità conveniente, riempiva internamente i vuoti dei compartimenti formati dall' incrociamento delle curve verticali ed orizzontali, con piastre di ferro fuso di un mezzo pollice circa di spessore, suscettibili per la loro fermezza di resistere a tutti gli sforzi della pressione; queste curve, essendo in ferro battuto, la di cui proprietà è di resistere agli sforzi della tensione, avrebbero servito a riunire tutte le parti di questa cupola in guisa da formare un corpo continuo, incompressibile ed indissolubile.

Io mi sono proposto di non impiegare, per le commessure di tutte le parti di questa cupola, che mezzi semplici, capaci di prestarsi senza inconveniente a tutti gli effetti che producono sulle materie metalliche i differenti gradi di temperatura ai quali essi devono essere esposti, ed a poter rimpiazzare facilmente i pezzi che le circostanze straordinarie avessero potuto danneggiare.

La cupola di ferro eseguitasi non è quella che propose dapprima Belanger con finestre tutt' all' intorno in forma di abbaini; sembra essa stata modificata in parte secondo il progetto da me pubblicato (1). Questa cupola di cui la Tavola CLXIV fa conoscere il sistema di costruzione, differisce da quella che avevo proposto nell' avere invece di un doppio scomparto di cassettoni con quadri onde decoravo la superficie interna, semplici cassettoni incavati per la grossezza delle curve verticali e delle traverse che le uniscono. Questa combinazione è riunita da una leggiera maglia di ferro, che serve a sostenere le foglie di rame sottilissime formanti la copertura.

Tutte le parti di questa cupola di cui ho seguìto l'esecuzione come ispettore generale sono state fatte e adattate con diligenza e precisione tali da meritare i più grandi elogi, dietro i disegni e sotto la direzione di Belanger architetto, e di Brunet controllore.

(1) Memoria sulla ricostruzione della cupola del Mercato de' grani di Parigi, contenente:

1.° Una descrizione di questo monumento; 2.° Osservazioni sulle grandi vôlte di questo genere; 3.° Sulle materie più proprie alla costruzione di esse; 4.° Sul peso, sulla grossezza e spinta di esse; 5.° Sul dettaglio dei mezzi per eseguire solidamente questa cupola ed altre grandi vôlte di questo genere in quattro maniere diverse; cioè in pietre di taglio, in mattoni, in legno ed in ferro; 6.° Una comparazione di queste diverse costruzioni e la stima della spesa che ciascuna potrebbe importare.

Un volume in 4.° con tre tavole; presso l'autore. Parigi 1803.

LIBRO OTTAVO

COPERTURA

SEZIONE PRIMA

DISPOSIZIONE DEI MATERIALI FATTI ESPRESSAMENTE PER COPRIRE GLI EDIFICJ.

CAPO PRIMO

DELL' INCLINAZIONE DEI TETTI

Si può dire in generale che l' inclinazione dei tetti è fino ad un certo punto arbitraria, e che il gusto soltanto può essere in diritto di determinarla ogniqualvolta le imperfezioni della materia onde si deve fare la copertura non vi frapponga ostacoli. Siccome i tetti sono destinati a preservare i monumenti da una rapida distruzione, è essenziale impiegare soltanto nel comporli le più solide e durevoli materie e le meno proprie a suscitare in ogni tempo la cupidigia degli uomini. Sembra che queste gravi considerazioni dovessero imporre all' arte l' obbligo di rifiutare tutte le disposizioni che non potrebbero essere realizzate che col metallo, e adottar quelle esclusivamente che il tempo e l' esperienza hanno appropriato alla natura della pietra e della terra cotta.

Bisogna confessare che i tetti più elevati d' Italia compiono gli edifici in modo molto più piacevole che i tetti rettangolari ed isosceli usati in Francia e nei paesi settentrionali; nondimeno, se in questi climi non si avesse riguardo che alla più grande durata delle materie che s' impiegano più comunemente per formare le coperture, egli è certo che i tetti elevati dovrebbero ottenere la preferenza.

Di tutte le materie adatte a coprire gli edifici, i metalli in lamine sono i soli che possano applicarsi e convenire egualmente a tutti i gradi d' inclinazione; riguardo alle altre, come le pietre, le tegole e le ardesie, lo studio e l' esperienza hanno determinato le inclinazioni che ad essi convenivano entro certi limiti dai quali la prudenza non permette di allontanarsi.

CAPO SECONDO

DELLE COPERTURE DI ASSICELLE

Noi abbiamo veduto nel quinto libro che Vitruvio sembra parlare soltanto della copertura di assicelle (*scandulis*) come d' un uso straniero all'Italia. Si vede nulladimeno da un passo del XVI.° libro di Plinio, relativo alle coperture di questo genere, che per lungo tempo le case di Roma furono coperte in questa maniera: si può anche dedurre dalle istruzioni che dà sulla scelta dei legni più adattati a queste opere, ch' essi erano ancora impiegati all' epoca in cui questo autore scriveva:

(1) « Le migliori assicelle, ei dice, sono quelle di rovere, poi quelle » di faggio e degli altri alberi che portano ghiande. Le più facili a farsi » sono quelle degli alberi resinosi; ma eccetto quelle di pino non sono » di durata. Cornelio Nepote dice che fino alla guerra di Pirro, cioè per » quattrocento settant' anni, la città di Roma non fu coperta che di » assicelle. »

Le assicelle sono picciole tavole in legno di quercia, fatte con legname da doghe o di vecchie botti, adoperate invece d'ardesie, per coprire mulini, botteguccie ed altri piccioli fabbricati.

L' assicella ha 12 a 14 pollici di lunghezza sopra 5 a 6 linee di spessore. I conciatetti sono quelli che impiegano le assicelle e che le tagliano; essi hanno per ciò un segolo fatto espressamente. Si posa l' assicella sopra tavole congiunte e si ferma con due chiodi come le ardesie. Il conciatetti trafora le assicelle con un succhiello temendo che si fendano piantandovi chiodi. Questa specie di copertura è leggerissima e resiste meglio ai colpi di vento che l' ardesia; e però sovente si preferisce per coprire le guglie dei campanili. Per rendere questa copertura più durevole, s' intonaca di catrame o di bitume, oppure se la dipinge in nero o in rossastro ad olio. Acciocchè si conservi lungo tempo, fa d' uopo rinnovare questa pittura ogni tre o quattro anni.

(1) Scandulae e robore aptissimae, mox glandiferis aliis, fagoque: facillimae ex omnibus quae resinam ferunt; sed minime durant, praeterquam e pino. Scandula contectam fuisse Romam, ad Pyrrhi usque bellum, annis CCCCLXX Cornelius Nepos auctor est. — Plini, *Naturalis Historiae* Liber XVI, Cap. 10.

CAPO TERZO

DELLE COPERTURE DI TEGOLE

Plinio il naturalista attribuisce l'invenzione delle tegole a Cinira, figlio d'Agriopa, dell'Isola di Cipro; ma è probabile che gli Assirj, i quali hanno impiegato i mattoni cotti moltissimo tempo prima dei Greci, conoscessero anche l'uso delle tegole.

Cenni sulla fabbricazione delle tegole.

Si trova di rado l'argilla propria a far da sola delle buone tegole, e si è quasi sempre costretti a mescolarvi altre terre o sabbia, a misura che sono troppo magre o troppo grasse.

Per fabbricar le tegole, fa d'uopo avere la precauzione d'estrarne l'argilla alla fine di autunno, e di stenderla sopra una grande superficie per far che passi l'inverno esposta alla pioggia, al gelo ed allo sgelo, che la mescolano, per così dire, penetrando tutte le zolle, il che la rende poi più facile a ben impastarsi.

Per questa operazione si distribuisce a porzioni di poca altezza, sopra un' area circolare. Si divide con la zappa, e si netta, levandone tutte le materie eterogenee che potrebbe contenere. Quindi si bagna e si mescola con i piedi a più riprese avendo cura di mutarvi sito ciascuna volta: l'esperienza indica quante volte questa operazione deve essere ripetuta in ragione della natura dell' argilla e della mistura di essa con altre terre o colla sabbia.

Ben preparata che sia la materia, fa d'uopo comprimerla modellandola, e metterla nel forno soltanto dopo averla fatta seccare con precauzione. Il tempo necessario alla dissecazione dipende dalla forma e dalla grandezza di esse e specialmente del loro spessore, come anche dalla stagione in cui sono state modellate le tegole.

Le tegole esigono una pasta più fina, meglio mescolata e più compressa che i' mattoni.

Generalmente, al suono, alla tessitura interna, si conosce la buona qualità della tegola; mentre il colore più o meno scuro dipende dalla qualità della terra.

Relativamente alla forma, se ne distinguono di quattro specie che sono le più usate; dalla figura 1 alla 6, Tavola CLXV.

Le tegole concave in forma di canale sono indicate da A; B indica le tegole a doppie curvature formanti S, o tegole fiamminghe; C, le tegole piatte a rialzo, di cui si fa uso a Roma; D, le tegole piatte senza rialzi ed aventi un arpione o fori per essere attaccate con chiodi (1).

Il genere di copertura più antico e più solido è quello alla romana, che è ancora in uso in Italia, e si compone di due specie di tegole, le une piatte a rialzi e le altre incavate.

Per far questa specie di copertura, si cominciano a porre sopra i travicelli, lontani circa un piede da un mezzo all'altro, grandi mattoni posati piani, che vanno da un travicello all'altro, figura 1; questi mattoni chiamati a Roma *pianelle*, hanno 11 pollici e mezzo di lunghezza, 5 pollici e 10 linee di larghezza, e 13 linee di spessore; esse sono congiunte l'una all'altra con malta. Sopra questa specie di ammattonato si posano le tegole piatte a rialzi in ranghi secondo l'inclinazione; siccome queste sono più larghe all'alto che al basso si fanno sovrapporre l'una all'altra circa 3 pollici, facendo entrare la parte inferiore di una nella parte superiore dell'altra. Allorchè si vogliono fare coperture solidissime, si posano in malta; ma ordinariamente non se ne fa uso che per le tegole inferiori.

Le tegole che formano questi ranghi sono distanti le une dalle altre nella loro maggior larghezza, circa un pollice. L'intervallo che lasciano fra esse è coperto da tegole concave la cui parte convessa è al di sopra, e si ricoprono le une colle altre come le sottoposte tegole piatte a rialzo con le quali si accordano, come si vede indicato dalle figure 1 e 2 in cui una parte fa vedere i travicelli, l'altra i mattoni o *pianelle*, i

(1) Nel palazzo Bourbon, si è fatto uso, per la copertura dei tetti mattonati, d'una specie di tegole piatte di ferro fuso che portano dei risalti per ricoprirsi reciprocamente nelle loro commessure saglienti che formano delle specie di parti triangolari. Queste tegole hanno per di dietro due ramponi per stabilirsi sopra una panconcellatura come le tegole comuni. Esse si posano a ranghi orizzontali, e non si ricoprono che di un quinto. Il loro spessore non essendo che circa una linea e 1/2, esse non pesano più che le tegole di terra cotta, sono più durevoli e non esigono manutenzione.

ranghi delle tegole piatte a rialzi, e le tegole concave che ricoprono gli intervalli, chiamate *canali* (1).

La grandezza di queste tegole varia nelle differenti contrade d'Italia ove se ne fa uso; ma è fissata a Roma, ove le misure di esse sono incise nel Campidoglio sopra una tavola di marmo.

La lunghezza delle *tegole* e dei *canali* è di 15 pollici e 3/4. La maggior larghezza delle *tegole* è di 12 pollici e 4 linee, e la minore di 9 pollici e 3 linee. I rialzi della destra e della sinistra hanno 11 linee di altezza e 10 linee di larghezza. Lo spessore della tegola, fra i margini, è di dieci linee.

La maggiore larghezza o diametro delle tegole curve chiamate *canali* è di 8 pollici e 11 linee; la minore di 6 pollici e 6 linee sopra 8 linee e 1/2 di spessore.

Quando tutte queste tegole sono posate in malta, esse formano coperture indistruttibili. Esiste a Roma un antichissimo tempio a vôlta, la di cui copertura in tegole è antica come questo tempio, conosciuto sotto il nome del tempio dell'Onore e della Virtù, attualmente la Chiesa di Sant'Urbano sopra la fontana Egeria. Il suggello impresso sopra alcune di queste tegole porta il nome dell'Imperatrice Faustina, moglie d'Antonino, ciò che fisserebbe l'epoca di questo tempio a più di sedici secoli.

Queste tegole sono della stessa forma di quelle di cui si è parlato, ma un poco più grandi. I Romani indicavano le tegole piatte a rialzo sotto il nome di *tegulae hamatae*, e le tegole curve che servivano a ricoprire, sotto quello di *tegulae imbricatae* o semplicemente *imbrices*.

Io ho misurato nelle ruine delle terme di Caracalla alcune parti di coperture di questo genere in cui le tegole avevano più di 2 piedi di lunghezza sopra quasi 20 pollici di larghezza; queste parti aderenti ai muri erano ancora in bonissimo stato; le altre sono state distrutte con le vôlte che ne erano ricoperte (2).

Nelle parti meridionali della Francia ed in molti altri paesi, si fanno coperture che non sono composte che di tegole incavate, simili a quelle

(1) A Roma si vede qualche esempio di coperture nelle quali i *canali* sono rimpiazzati dalle *tegole* rivoltate. Questa disposizione ha il vantaggio di presentare una minor superficie ai venti, e di trasformare i tetti in specie di terrazze.

(2) A Pozzuoli si sono trovate delle tegole in marmo, di forma e dimensioni somiglianti a quelle delle terme di Caracalla.

che gli Italiani chiamano *canali*; la loro grandezza varia nei varj paesi. Quelle che s' impiegano più comunemente hanno di lunghezza 15 pollici; la loro larghezza, nel maggior diametro, è di 7 pollici e 6 linee, circa la metà della loro lunghezza. Il diametro dell' estremità piccola è di 5 pollici, 7 linee e 1/2; la curvatura non forma un intero mezzo cerchio, ma un arco di circa 150 gradi; il loro spessore è di un mezzo pollice.

Per formare questa specie di copertura, fa d' uopo che l' inclinazione del tetto sia più di 26 gradi, cioè che, per un tetto a due inclinazioni o pioventi come un frontispizio, l' altezza non debba essere più del quarto della sua base e della metà per una sola inclinazione; ordinariamente si dà ad essi la proporzione del frontespizio o il quinto della base per ciascuna inclinazione, ossia 21 gradi a 48 minuti di pendio.

Se il tetto è in legname, fa duopo primieramente che sia coperto di tavole inchiodate sopra i travicelli; e se è di murazione, fa d'uopo che presenti una superficie appianata secondo un'inclinazione uniforme, come quella in tavole del tetto in legname; sulla superficie del tetto così preparata, s'incomincia dal disporre in linee rette, secondo la direzione dell' inclinazione, due ranghi di tegole colla superficie cava al di sopra. Queste tegole, che sono più strette ad un'estremità che all'altra, devono ricoprirsi circa due pollici e formare due specie di canaletti continui. Siccome queste sono situate sopra il dosso, che è rotondo, per fissarle si accostano a destra ed a sinistra con picciole pietre o rottami di picciole tegole, e per impedire che le prime tegole al basso striscino si posano in malta. Questi ranghi devono essere distanti l'uno dall'altro circa 1 pollice e 1/2 dalla parte ove le tegole sono più larghe. Questo intervallo è coperto da altre tegole, colla parte rotonda al di sopra, che si sovrappongono le une alle altre, e formano cordoni saglienti che gettano l'acqua in quelle che formano i canali. A Lione si chiamano *channées* (*grondaje*) le tegole di sotto, e *chapeaux* (*cappelli*) quelle di sopra. Le figure 3 e 4 indicano la disposizione di questa specie di copertura.

Quando il tetto è a due inclinazioni, si ricopre l' angolo ch' esse formano con più grandi tegole della stessa forma, che si posano in malta a sovrapposizione le une su le altre; si formano di doccie con queste medesime tegole posate pure in malta ed a sovrapposizione.

Allorchè si vuol rendere questa copertura solidissima, si posano tutte le tegole in malta, come io ho veduto messo in pratica in certe

chiese la cui copertura, antica come l'edificio, si era conservata in bonissimo stato.

Coperture di tegole fiamminghe.

Queste tegole, che sono a doppia curvatura in forma di S, sono in uso in Fiandra, in Olanda ed in molte parti d'Allemagna; siccome esse portano un arpione per di dietro, possono situarsi sui tetti la cui inclinazione è più ripida, cioè dai 30 fino a 40 gradi.

Queste tegole, che hanno una parte convessa ed una concava, si ricoprono sulla loro lunghezza e sopra la loro larghezza; esse formano, come le coperture in tegole incavate, dei cordoni secondo l'inclinazione del tetto.

L'arpione o beccatello che portano per di dietro, fa ch'esse possano posarsi sopra una panconcellatura come le tegole piatte; ma, siccome esse hanno poca sovrapposizione, e sono sempre un po' storte, esse hanno bisogno d'essere coperte di mastico nella loro unione perchè l'acqua non vi penetri nelle più grandi pioggie. D'altronde si dispongono male e presentano un effetto più spiacevole che le altre coperture in tegole incavate ordinarie. Le figure 5 e 6 presentano i dettagli delle coperture in tegole fiamminghe.

Delle coperture in tegole.

Questa specie di copertura conviene meglio ai tetti che hanno molta inclinazione, che a quelli che ne hanno poca. Per questi ultimi, le coperture in tegole incavate sono preferibili, perciocchè l'acqua che si raccoglie nei ranghi di tegole che formano canali, ha più facilità e forza per colare, che l'acqua sparsa sopra le coperture piatte, che non hanno molta inclinazione e che i venti, nei grandi uragani, fanno risalire fra le sovrapposizioni (1).

(1) Si sono fatte altre volte delle coperture in tegole dipinte e verniciate gialle e verdi che si disponevano per compartimenti in forma di mosaico, che producevano assai bell'effetto, sopra tutto quando il sole ci batteva sopra. Se ne fa ancora uso in Italia; perchè tutte le cupole del regno di Napoli sono coperte in questa maniera. Si sono trovate molte di queste tegole nella copertura dell'antica Chiesa di Santa Genevieffa distrutta da qualche anno; *esse comparivano antiche come l'edificio.*

A Lione, ed in molte città di Francia dove l'ardesia è rara, si fa uso di queste tegole verniciate e colorate in nero per coprire le pendenze dei tetti alla Mansard. *Io ho veduto in molti antichi*

La minima inclinazione che si può dare a queste coperture, è di 27 gradi fino a 60.

La forma delle tegole piatte è ordinarjamente rettangolare, più lunga che larga; esse portano per di dietro una specie di beccatello della stessa materia che serve ad attaccarle, e qualche volta dei fori per fissarle più solidamente con chiodi. Fa d'uopo che le tegole sieno un poco curvate sopra la loro altezza, perchè si congiungano meglio inferiormente. La parte apparente scoperta deve essere in generale il terzo dell' altezza della tegola.

Le dimensioni delle tegole a Parigi sono, per il gran modello, 11 pollici e 1/2 di lunghezza o altezza, sopra 8 pollici e 1/2 di larghezza. Il loro spessore è di 7 linee, ed il loro peso è circa 4 libbre.

Per il picciolo modello, la lunghezza è di 9 pollici e 1/2, e la larghezza di 6 pollici e 1/4 sopra quasi 6 linee di spessore; ogni cento pesano 270 libbre.

Le tegole dei fastigi, che sono incavate, hanno di lunghezza 14 pollici sopra 12 pollici di contorno o 9 pollici di diametro; a Parigi esse sono cilindriche e non si sovrappongono; questo è un cattivo metodo immaginato dai conciatetti di Parigi, che fanno pagare il gesso come la copertura; nuoce alla solidità, costa di più, ed esige maggiore manutenzione.

Perchè le tegole abbiano le proporzioni migliori possibili, fa d'uopo in generale che la loro larghezza sia i due terzi della lunghezza, e lo spessore la ventesima parte.

Per le tegole dei fastigi, la loro lunghezza dovrebbe essere eguale al contorno preso al di sopra pel ventesimo dello spessore.

Per fare una copertura in tegole piatte, non è necessario che i travicelli sieno ricoperti in tavole, basta che questi pezzi sieno ben fermati ed appianati al di sopra; allorchè non lo sono abbastanza esattamente, la prima cura dei conciatetti deve essere di ritagliare le parti troppo alte; essi hanno perciò uno stromento che chiamasi martello a taglio.

castelli, dei padiglioni coperti in questa maniera, che esistono da molti secoli senza aver bisogno di riparazione. Nel progetto della cupola che ho pubblicato nel 1803, per coprire il cortile del Mercato dei Grani di Parigi, lo avea proposto di fare uso delle tegole verniciate in colore di ardesia. Questo genere di coperture è nello stesso tempo il più solido ed il più durevole; quello che è più adatto a riparar gli edifici dalle intemperie dell' aria e dagli incendj, perchè può resistere alle burrasche, ai colpi di vento i più impetuosi ed alla violenza del fuoco.

Sopra la superficie dei travicelli ben raddrizzati, gli operài posano de' travicelli cominciando dal basso; questi travicelli sono in legno di quercia, ritagliati parallelamente alle fibre, senza nodi, e inchiodati sopra ciascun travicello. Si posano per ranghi orizzontali e collegati, cioè in modo che le estremità dei travicelli non debbano trovarsi a ciascun rango sopra lo stesso travicello, ma sopra travicelli diversi onde meglio legarli insieme. Questa disposizione produce una grande solidità, tanto per il legname che per la copertura. La distanza dei ranghi delle assicelle deve essere il terzo dell' altezza della tegola. Queste assicelle, che si chiamano assicelle quadrate, banno 4 piedi di lunghezza, affine di poter essere inchiodate sopra quattro travicelli distanti un piede.

Un tempo queste assicelle avevano 2 pollici di larghezza e circa 3 linee di spessore; ma per un abuso che il Governo dovrebbe reprimere, non hanno or più che 18 a 20 linee di larghezza sopra circa una linea e 1/2 di spessore; e però le coperture riescono molto meno solide e quindi meno durevoli e soggette a maggior manutenzione.

I chiodi per attaccare queste assicelle hanno un pollice di lunghezza; se sono sottili, ne occorrono 320 per fare una libbra, ed ordinariamente 260.

Le assicelle (*lattes*) essendo posate, si incomincia la copertura dall' ordine inferiore che forma grondaja; e si può farla in tre maniere differenti; cioè *a grondaja semplice*, *a grondaja rimboccata* e *grondaja pendente*, figure 7, 8, 9 e 10.

1.° Quando al di sotto d'un tetto si trova una cornice con un canale destinato a ricevere le acque della copertura, quest'è il caso d'una grondaja semplice, cioè che basta far sovrapporre l'estremità del canale per il primo ordine delle tegole.

2.° Se si trova una cornice senza canale, si forma una grondaja rimboccata; perciò, s'incomincia a posare un primo ordine di tegole in gesso o in malta sopra l' estremità della cornice, che sopravanzi al di là della cimasa circa 4 pollici; il primo ordine deve avere un poco d'inclinazione in fuori; si raddoppia il primo ordine col secondo collegato col primo, il quale non avanza più del primo, che si chiama *doublis*.

Quando non si mettono che due ordini di tegole per formare la grondaja rimboccata, dicesi ch'essa è semplice; quelle che si chiamano doppie sono formate di cinque ordini di tegole, ma queste ultime sono di rado

necessarie. I conciatetti dispongono qualche volta il primo ordine delle tegole diagonalmente, come l'indica la figura 11, in guisa che l'orlo forma un dentello come una sega. Si posa il secondo ordine all'ordinario, e, per far apparire questo dentello, s'imbiancano le tegole d'uno di questi ordini e si anneriscono quelle dell'altro. Questo mezzo è più dispendioso, perchè esige un terzo ordine.

3.° La grondaja pendente non ha luogo che quando non vi ha cornice per sostenere il di sotto della copertura. Per formare questa specie di grondaja, si comincia dall'inchiodare, sulle estremità dei travicelli che debbono sporgere, 18 pollici circa al di là della parete esterna del muro di facciata, un ordine di tavole chiamate pezzi di gronde, tagliate a coltello, cioè più grosse da una parte che dall'altra, affine di procurare al primo ordine di tegole il rilievo necessario per formare la grondaja. Su questi pezzi di gronda si posa un doppio ordine di tegole, come si è spiegato poc'anzi.

Formata come si deve la grondaja, si attacca sopra il primo ordine di panconcelli, sulle tegole formanti lo scolo, un rango di altre tegole che rimangono *scoperte* sulle prime; siccome esse prendono un'altra inclinazione, si è proposto di raddoppiare il di sotto di questo primo ordine con mezze tegole posate in gesso o in malta. Sopra questo primo ordine si attacca un secondo, di modo che le commessure verticali corrispondano al mezzo della larghezza delle tegola del primo ordine. Siccome gli ordini dei panconcelli non sono distanti che un terzo della lunghezza della tegola, ne risulta che la parte apparente del primo ordine, come degli altri, non è che il terzo della lunghezza della tegola; questa parte apparente è chiamata dai conciatetti francesi *pureau*.

Si continua a porre gli altri ranghi delle tegole andando dal basso all'alto, osservando di lasciarle scoperte egualmente e ben livellate nel di sotto, e che le commessure verticali di ciascun ordine corrispondano sempre al mezzo delle tegole di sotto fino a che si sia pervenuto alla sommità del tetto. Allorchè il tetto è a due inclinazioni, si ricopre l'angolo formato da esse alla loro riunione da un ordine di tegole curve, alle quali si dà il nome di tegole da fastigio, di cui si è parlato poco anzi, che si posa in gesso; siccome a Parigi queste tegole sono cilindriche, cioè d'eguale larghezza dalle due estremità, onde non possono imboccarsi per ricoprirsi, si è obbligati di fare le commessure in gesso, ciò che non è parimente solido.

Si terminano i tetti ad una sola inclinazione, ed i frontoni con filetti in gesso che si descrivono sotto il nome di *solins* quando essi sono isolati, e di *ruellées* quando sono lungo i muri.

Le piegature che formano le superficie dei tetti secondo la direzione dei muri si chiamano diagonali (*arêtiers*) in direzione degli angoli saglienti, e doccie (*noues*) nella direzione degli angoli rientranti.

Per agguagliare questi angoli si devono tagliare le tegole diagonalmente in guisa da conservare l'arpione; oppure s'inchiodano. Siccome queste tegole tagliate non si congiungono abbastanza esattamente per impedire alle acque di penetrare, si ricoprono gli angoli saglienti o diagonali con un filetto di gesso di circa un pollice e mezzo di larghezza, inviluppante da ciascun lato le parti tagliate.

Per gli angoli rientranti chiamati doccie, si lascia un intervallo fra le punte tagliate che terminano le inclinazioni, e si posa nel di sotto un ordine di tegole incavate o a sovrapposizione, posate in malta o in gesso, per formare un canale nel quale una parte delle acque delle due inclinazioni vengono ad unirsi.

Le inclinazioni delle coperture si trovano interrotte dagli abbaini di varie forme, che si descrivono sotto i nomi di abbaini *demoiselles*, alla cappuccina, a cavalletto, fiamminghe; rotonde, quadrate, ecc.

Questi abbaini esigono coperture differenti: gli uni sono ad una sola inclinazione e gli altri a molte. Tutte queste coperture si eseguiscono come le precedenti, osservando di fare i comignoli, le doccie e le diagonali, come si è spiegato per le grandi coperture.

CAPO QUARTO

DELLA COPERTURA IN ARDESIA

L'ardesia è una specie di pietra schistosa di cui si fa molto uso per le coperture a cagione della proprietà ch' essa ha di potersi dividere in piastre sottilissime e leggiere, d' un colore più piacevole e più uniforme che le tegole che non sono inverniciate; ma essa ha lo svantaggio d' essere meno durevole. Le ardesie si fanno attualmente così sottili che il minimo colpo di vento ne spoglia i tetti che esse lasciano tutto ad un tratto esposti alle grandi pioggie nei tempi burrascosi; hanno ancora l' inconveniente di scoppiare nel fuoco, in guisa che, nei casi d'incendio, la panconcellatura e l'armatura essendo discoperte, ne risulta un abbruciamento che non è più possibile d'estinguere.

In un clima come quello di Parigi, l'ardesia non conviene per la copertura dei tetti che hanno meno di 30 gradi d'inclinazione. Si è notato che nei tempi umidi, quando cadono delle acque minutissime, il di sotto delle coperture che hanno poca inclinazione è pressochè bagnato, come il di sopra, perchè quel poco d' acqua che producono queste pioggie rimonta fra la sovrapposizione piuttosto che scorrere, non potendo vincere col suo peso l' aderenza alle doppie superficie del ricoprimento, che fanno l'effetto di tubi capillari. Lo stesso inconveniente avviene quando la neve incomincia a sciogliersi. Questo effetto è più sensibile per le ardesie che per le tegole piatte, e più ancora per le coperture in vetro. In generale più le materie di cui si fa uso per coprire sono unite e compatte, più l'acqua è soggetta a rimontare fra le loro superficie, e fa d'uopo dare maggior sovrapposizione o inclinazione ai tetti sopra i quali devono essere posate.

Le ardesie adoperate a Parigi si tirano delle cave d' Angers; e sono riputate di ottima qualità. Queste cave sono così abbondanti, che se ne fa un commercio considerevole, tanto per la Francia che per i paesi stranieri. Se ne distingue di tre qualità: l' una durissima, che si divide difficilmente, e s' impiega come rottame nei dintorni

d'Angers un'altra molto più molle, che non presenta dapprima che una specie d'argilla cerulea, la quale acquista durezza sol dopo essere stata esposta all'aria per qualche tempo; finalmente la mediocre che si sega per le coperture.

Le migliori ardesie hanno un suono chiaro ed il colore azzurro leggiero; quelle il cui colore tira al nero s'imbevono d'acqua più facilmente. Le buone ardesie sono più dure e più scabrose al tatto che le cattive, che sono molli come se fossero bagnate d'olio.

Le parti argillose di cui si compone l'ardesia essendo estremamente fine e ravvicinate, il suo peso specifico è più considerevole che quello delle pietre le più dure. Esso ammonta a più di 3,000, il che dà 221 libbre per ogni piede cubico, mentre i basalti ed i porfidi più duri o più compatti non pesano che 215.

Si staccano nelle cave d'Angers delle ardesie di quattro qualità differenti: 1.° La grande quadrata forte, di 11 pollici di lunghezza sopra 8 pollici di larghezza, il cui spessore varia da 1 linea e 1/4 ad una linea e 3/4.

2.° La grande quadrata sottile, della stessa lunghezza e larghezza della precedente, di cui lo spessore varia da 1/3 di linea sino a 3/4 di linea.

3.° Le ardesie chiamate lavagne, che non hanno che 8 pollici di lunghezza sopra 6 pollici di larghezza, e quelle chiamate forti, hanno da una linea e 1/4 sino ad una linea e 3/4 di spessore.

4.° Le lavagne sottili, della stessa lunghezza e della stessa larghezza; di cui lo spessore varia dalla mezza linea sino a 3/4.

Saranno circa quarant'anni che i mercanti vendevano separatamente le ardesie forti dalle deboli; si pagavano le forti tre o quattro franchi, per mille, più che le sottili; attualmente essi le mescolano, e le vendono tutte al medesimo prezzo; questo fa molto torto, tanto ai conciatetti a cagione della rottura, quanto ai proprietari, perchè le coperture d'ardesie mischiate sono meno solide e durano molto meno. Il minimo colpo di vento porta via le più sottili, indipendentemente da ciò che le ardesie, essendo posate in commessura le une sulle altre, quelle che poggiano sopra ardesie di differente spessore non si congiungono così bene, poggiano in falso e romponsi più facilmente. Sarebbe altrettanto utile al governo che ai particolari il fissare le grossezze delle ardesie, e il darne comunicazione a quelli che le traggono dalle cave.

A partire da un' epoca fissata; non si ammetterebbero più sopra i porti le ardesie di cui lo spessore fosse minore di una linea. In quanto a queste di già tagliate, oppure che sono sopra i porti, si ordinerebbe la scelta, accordando un tempo limitato per la vendita.

Il migliajo delle ardesie, dette grandi quadrate forti, pesano da 1,100 a 1,200 libbre.

Il migliajo delle grandi quadrate fine, da 4 a 500.

Il migliajo d' ardesie di lavagne forti, da 7 a 800.

Il migliajo delle lavagne fine, da 3 a 400.

Le grandi ardesie s' impiegano lasciando 4 pollici scoperti; ne fa d' uopo 162 per una tesa superficiale, e 42 per un metro quadrato.

Alle lavagne si lasciano tre pollici; ne fa d'uopo 288 per una tesa superficiale, 74 per un metro quadrato.

Si tirano ancora delle ardesie dai dintorni di Charleville, di Fumay e di Rimogne, dipartimento delle Ardenne. Quelle che si tirano dai dintorni di Charleville sono grigie; le loro superficie sono meno pulite che qnelle' delle ardesie d'Angers; esse sono più grosse e più fragili; se ne formano di due specie differenti.

Le grandi che si descrivono sotto il nome di *grand Saint-Louis*, si tirano da Devillé-sur-Meuse; esse hanno 7 pollici di larghezza su 10 pollici ridotti di lunghezza, perchè quelle non sono quadrate all' alto; si posano a tre pollici e 1/4 di parte apparente; in guisa che ne fa d' uopo 200 per una tesa superficiale, e 55 per un metro quadrato; il loro spessore è circa una linea e 3/4; il peso del migliajo è stimato 800 libbre.

L'altra specie, chiamata *piccolo Saint-Louis*, porta 6 pollici di larghezza sopra 9 pollici e 1/2 ridotti di lunghezza, e circa 3/4 di linea di spessore. Esse si posano a 3 pollici e 1/4 di parte apparente, di guisa che ne fa d'uopo 312 per una tesa superficiale, e 74 per un metro quadrato.

Le ardesie di Fumay, conosciute sotto il nome *poil noir*, sono d'un nero rosso; se ne levano di due specie della stessa larghezza e lunghezza, e non differiscono che nel loro spessore. La loro larghezza è di 6 pollici e la loro lunghezza ridotta è 9 pollici; si posano a 2 pollici e 3/4 di parte apparente: ne fa d' uopo 312 per una tesa superficiale, e 74 per un metro quadrato; le forti hanno circa una linea e 1/4 di spessore e le deboli 3/4 di linea. Il peso del migliajo delle ardesie forti varia da 6 a 700, e quello delle deboli da 350 a 400 libbre.

Noi abbiamo riunito nella tavola seguente tutto ciò che è interessante di conoscere per la comparazione delle differenti specie d'ardesie ch'essa contiene, e che sono le più usitate per le coperture. Ne risulta che per Parigi le ardesie d'Angers sono quelle che meritano la preferenza, specialmente la qualità descritta sotto il nome di grande quadrato forte (*grande carrée forte*).

TAVOLA COMPARATIVA

Delle Ardesie d'Angers con quelle di Charleville e di Fumay (dipartimento delle Ardenne).

ARDESIE	PESO SPECIFICO	PESO DI UN PIEDE CUBICO	Quantità d'acqua da cui sono penetrate	DIMENSIONI — IN MISURE ANTICHE — lung.	larg.	gros.	DIMENSIONI — IN MISURE METRICHE — lung.	larg.	gros.	FORZA — in libbre	in chilog.	PESO DI UN MIGLIAJO — in libb.	in chilog.	QUANTITÀ NECESSARIA — per una tesa quadrata	per un metro quadrato
		lib. on. gr.		poll.	poll.	lin.				lib. on.					
D'Angers, detta *grande carrée forte*	2786	195 0 2	1770	11	8	1 1/2	0,298	0,217	0,003	24 8	11,992	1248	610,903	162	42
Idem, detta *fina*	2797	195 12 4	1747	11	8	1 1/2	0,298	0,217	0,003	5 8	2,692	416	203,634	162	42
Idem, detta *cartelette*	2840	198 12 9	1775	8	6	1 1/2	0,217	0,162	0,003	21	10,280	695	340,207	288	75
Di Charleville, *grand échantillon*	2818	197 4 1	1781	10	7	1 1/2	0,271	0,189	0,003	22 12	11,136	986	482,654	220	56
Idem	2704	189 4 3	1710	10	6	1 3/4	0,271	0,162	0,0035	9	4,406	473	231,536	312	80
Di Fumay, fossa di Charnoi detta *de bateau*	2700	189 0 0	1714	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	22 8	11,013	598	292,725	312	80
Idem, detta *de chariot*	2987	209 1 3	1765	9	6	1 3/4	0,244	0,162	0,0035	9 8	4,650	418	204,613	312	80
Idem, fossa di Sant'Anna, detta *de bateau*	3134	219 10 0	1791	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	27 12	13,584	678	331,885	312	80
Idem, detta *de chariot*	2936	205 8 2	1755	9	6	1 3/4	0,244	0,162	0,0035	9 8	4,650	412	201,676	312	80
Idem, fossa di Limeri, detta *de bateau*	2772	196 0 5	1745	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	29 4	14,318	873	427,339	312	80
Idem, detta *de chariot*	3091	216 5 7	1768	9	6	1	0,244	0,162	0,002	13 12	6,731	430	210,487	312	80

Maniera con cui si fanno le coperture d'ardesie a Parigi.

S'incomincia, come abbiamo spiegato per le coperture in tegole piatte, dall'appianare i travicelli e dal fare la panconcellatura incominciando dal basso. Si impiegano qualche volta delle assicelle quadrate, come per le tegole di cui la larghezza è circa 3 pollici. Ma, per far miglior opera, si adoperano assicelle ritagliate di 4 piedi di lunghezza sopra 4 a 5 pollici di larghezza. Queste assicelle si vendono a fasci che ne contengono 26; ne occorrono 18 per una tesa quadrata; esse sono di legno di quercia e devono essere secondo le fibbre, senza nodi nè alburno. Per fortificare questa panconcellatura, si mettono fra i travicelli le contro assicelle di 4 pollici di larghezza sopra 8 linee di spessore; esse si vendono pure per fasci, che ne contengono 10 di sei piedi di lunghezza. Per una tesa quadrata occorrono circa 5 tese di lunghezza di contro assicelle.

Le assicelle s'attaccano sopra quattro travicelli con due chiodi su ciascuno, collocati ad 1 pollice e 1/4 di distanza l'uno dall'altro.

Queste assicelle si posano, come le coperture in tegole, in ordini orizzontali e collegati. Le contro assicelle si mettono sotto le assicelle fra i travicelli; si fermano con due chiodi all'incontro di ciascun panconcello.

Quando si vuol prescindere dalle contro assicelle si posano sui travicelli alcune assicelle leggiere, cioè tavole d'abete, grosse 6 linee sopra 6 in 7 pollici di larghezza, e 6 piedi di lunghezza, che si fermano con tre chiodi su ciascun travicello; questo mezzo è preferibile, perchè produce una superficie più retta e più solida. Spesso s'impiegano assicelle di pioppo ed altri legni bianchi in luogo di abete, che fanno panconcellature meno solide e meno durevoli.

Fatta la panconcellatura, prima di posare l'ardesia si forma la grondaja, cioè la parte inferiore della copertura. Questa grondaja può farsi in tre maniere, come per le coperture in tegole, cioè semplice, rimboccata o pendente.

La grondaja semplice si fa posando il primo ordine d'ardesie in modo che ricoprano il canale per versarvi dentro le acque. Le grondaje rimboccate si fanno di tegole come si è testè spiegato: si ha soltanto la precauzione di pingere queste tegole in nero per uniformarsi al color

dell'ardesia. Partendo dalla grondaja, il rimanente della copertura si fa come quelle di tegole, posando le ardesie a strati orizzontali ben collegate ed allineate inferiormente, e ciascun pezzo si ferma con due chiodi. Si dà alla parte apparente il terzo della lunghezza dell'ardesia; fa d'uopo osservare che questa parte apparente è sempre la stessa qualunque sia l'inclinazione dei tetti. Sarebbe conveniente però che essa parte apparente fosse meno grande pei tetti poco inclinati che per quelli che lo sono molto; così sui tetti alla Mansard, la cui parte inferiore ha più di 60 gradi di pendìo, le ardesie potrebbero avere apparenti i tre quarti della loro altezza, mentre per la parte superiore degli stessi tetti che hanno meno di 30 gradi d'inclinazione, le parti apparenti potrebbero essere ridotte fino al quarto. Sui tetti a 45 gradi le parti apparenti sarebbero la metà delle ardesie.

Nei tetti alla Mansard si fa nel punto dell'angolo del tetto una piccola grondaja di due o tre pollici di sporto, per ricoprire l'ultimo ordine d'ardesie della parte inferiore; talvolta vi si mette una lastra di piombo.

Nei tetti degli edifici di una certa importanza si formano in piombo i fastigi, le docce, i canali e la parte superiore degli abbaini.

Nondimeno quando si vuol usare economia si può prescindere dal piombo pei fastigi, per gli spigoli e le docce, formandoli con tegole incavate, come si è testè spiegato per le coperture di tegole, che si tingono in nero ad olio. Per formare gli spigoli e le docce si tagliano diagonalmente le ardesie. Per gli spigoli, che non devono essere ricoperti nè di piombo nè di tegole, si ha la cura di tagliar le ardesie in modo che formino giusto lo spigolo, e che le une ricoprano esattamente la grossezza delle altre, affinchè l'acqua non possa introdursi nelle commessure. Si può posar pel di sotto una laminetta di piombo tagliata *ad orecchia di gatto*, la quale abbia un poco più di sporto che l'ardesia.

SEZIONE SECONDA

DISPOSIZIONE DI DIVERSE MATERIE PROPRIE ALLA COPERTURA DEGLI EDIFICJ

CAPO PRIMO

DELLE COPERTURE IN PIETRA

In alcuni paesi si trovano pietre che si ritagliano in lastre sottilissime adoperate per le coperture. In certi luoghi s'indicano impropriamente queste pietre che sono sovente bianche e calcaree, col nome di lave. La grandezza di esse è da un piede fino a due, e lo spessore da 5 e 6 linee fino ad un pollice. Le lave più grosse si posano sui muri di facciata e di frontespizio, e si serbano le più sottili pel mezzo dell'armatura dei tetti.

Queste pietre essendo irregolarissime, sono tagliate dai conciatetti con una picozza a taglio come quella dei muratori.

Questa specie di copertura non puossi posare che sui tetti che hanno poca inclinazione, acciò tali pietre non possano sdrucciolare. Quando questa copertura è ben fatta e con buone pietre che non temono il gelo, e che tutti i pezzi sono ben adattati e ben calzati, è solidissima, e dura lunghissimo tempo, senz'alcuna manutenzione; ne ho vedute di quelle che mi si disse avere più di cento anni e che erano ancora in buono stato.

Tali coperture si trovano nei dipartimenti che sono stati presi in una parte delle provincie di Borgogna e della Franca Contea, come anche nella Savoja.

Per procurare alle coperture in pietra dei grandi edifici una più bella apparenza si sono formate di pezzi distribuiti regolarmente e posati a sovrapposizione, onde impedire che l'acqua penetri nelle commessure orizzontali. Le commessure verticali sono ricoperte da altri

pezzi chiamati capre (*chevrons*), intagliate ad incavi e denti come è espresso nelle figure 5 e 6, Tavola CLXV *bis*. Queste specie di coperture non sono fatte che per essere stabilite sulle vôlte.

La prima copertura di questo genere stabilita in Francia è quella del Castello di Saint-Germain-en-Laye, che Ducerceau credeva anche essere il primo in Europa (1).

Colle figure 7 ed 8 si è rappresentata la disposizione delle lastre formanti le coperture sopra il colonnato esteriore della cupola di Santa Genevieffa; tutte le lastre e le capre sono posate a sovrapposizione con gocciolatojo; sono state posate a bagno di cemento sopra un'area stesa sull' estradosso della vôlta. Questo è il mezzo di renderle impenetrabili all' acqua ed estremamente durevoli, quand'anche queste lastre non fossero sovrapposte, come lo provano le terrazze sopra i colonnati interni dello stesso monumento.

Delle terrazze.

Questo genere di copertura è stato per qualche tempo in gran voga a Parigi per fabbricati particolari; si formavano con lastre di pietra dura posate sopra un' area in gesso, fatta sulla intavolatura delle travi dell'ultimo solajo dell' edificio. Le commessure di queste lastre posate piane e non sovrapposte, erano empiute di mastico fatto con un cemento grasso d' invenzione di un marmorajo di molto grido per questi lavori, chiamato Corbel; ma le travi di questi solaj non essendo riunite fortemente a sufficienza dall' intavolatura, e l' area di gesso fattavi sopra essendo soggetta ad agitarsi per gli effetti dell' umido e della siccità da cui le lastre di sì poco spessore non lo potevano guarentire, ne risultava che le commessure in mastico per quanto fossero ben fatte si disunivano e producevano infiltrazioni d' acqua, onde in poco tempo i solaj imputridivano; per questa causa si dovette rinunziare ad essi.

Nondimeno è certo che a Parigi si potrebbero far terrazze solide e durevoli al pari di quelle che si fanno in Italia, se nella costruzione di esse si volessero adoperare tutte le convenienti precauzioni. Bisogna prin.ieramente che le travi sieno riunite così fortemente da non essere soggette ad agitarsi. Il mezzo più semplice è quello di murare alla grossa

(1) Vedi il Volume primo — Delle eccellenti fabbriche di Francia, di Giacomo Androuet Ducerceau. — Parigi 1607.

gli intervalli fra le travi e di ricoprirle di una grossa area sulla quale si posano le lastre sopra uno strato di cemento, battendole moderatamente, acciocchè poggino bene dovunque; le commessure in mastico si fanno nello stesso tempo, ed esso si fa rifluire pel di sopra battendo in fianco le lastre acciò meglio si uniscano: se le lastre non sono ben rette ed appianate superiormente, è meglio lasciare i risalti che si tolgono dopo, piuttosto che calzarle con biette per accomodare le obliquità. Si può dare ad esse da una linea e 1/2 di pendio fino a tre linee, secondo che sono esposte al mezzodì o al nord. Una terrazza ch' io feci fare sopra una rimessa, da più di trent'anni, è ancora in buono stato e non ebbe bisogno di veruna manutenzione.

Si può essere persuasi che il solo mezzo di giugnere a costruire una terrazza solida e durevole, è quello di formare una massa che non possa nè piegare nè rompersi e che l'acqua non vi possa penetrare. Se trattasi di un solajo, la murazione fra le travi, se è ben fatta, procura ad esso la fermezza di una vôlta impedendo che le travi pieghino. Se la terrazza è esposta al nord o posta in un sito umido, la murazione fra le travi può esser fatta di pietruzze e malta, o di mattoni, ricoperta da uno strato di cemento sul quale si poseranno le lastre di buona pietra dura di 18 in 20 linee di spessore, che non sia soggetta ad essere penetrata dall'acqua (1). Nondimeno le terrazze più solide e durevoli sono quelle fatte sulle vôlte. L'area o piano sopra l'estradosso dev'essere fatto di picciole pietre ben munite di malta e ricoperto da uno strato di cemento su cui si posano le lastre.

Se si volesse usare economia in queste opere non si farebbe che renderle meno solide e meno durevoli, come se si limitasse a fare un intonaco su ritagli di pietre posate a secco, o non munite bastantemente di malta.

(1) Indipendentemente da queste precauzioni, sarà utile ancora, ad imitazione degli antichi, impregnare la pietra di una sostanza grassa nelle stagioni calde. L'intonaco impiegato per servire d'apparecchio alla pittura della cupola della Chiesa di Santa Genevieffa apparisce molto proprio ad adempiere questo scopo. Esso si compone d'una parte di cera sopra tre parti d'olio di lino cotto con un decimo del suo peso di litargirio. Questa mescolanza applicata nello stato fluido sopra una terrazza riscaldata dal sole, oppure coll'ajuto di brage, penetra profondamente nella pietra ed acquista in poco tempo grandissima durezza. Questo modo di procedere, a noi indicato da Thenarde e d'Arcet, è ora sperimentato con buon successo da Bezánger e compagni in Parigi.

CAPO SECONDO

DELLE COPERTURE IN RAME, IN PIOMBO ED IN ZINCO

Delle coperture in rame.

Fra tutti i metalli che possono impiegarsi per coprire gli edifici, quello che meglio resiste alle ingiurie dell'atmosfera è il rame. Consultato su tale quistione trattandosi della copertura della cupola di ferro del mercato delle Biade a Parigi, M. Sage, professore di mineralogia, si esprime così nella sua risposta: « Non si deve temere d'impiegar il rame per » coprire gli edificj; la ruggine di cui si copre non essendo solubile » nell'acqua, aderisce con tenacità a questo metallo. Tal ruggine verde » è una specie di malachite che gli antiquari chiamano patina, la quale » guarentisce il rame dagli effetti del tempo.

» L'acqua piovana avvicinandosi per la purezza alla distillata; non » agisce sul rame come l'acqua fluviale, che tiene disciolte le materie » saline le quali agiscono sull'interno delle fontane di rame che non » sono stagnate.

» Lo stagnar il rame in lamine destinato a coprire un edificio è un'operazione dispendiosa ed inutile. »

Gli antichi che erano stati al caso di conoscere questa proprietà pel lungo uso del rame e del bronzo, le qualità de' quali sono presso a poco le stesse, impiegarono quest'ultimo per coprire que' loro edifici ai quali davano maggiore importanza. Si sa che la cupola del Panteon d'Agrippa a Roma è stata coperta di bronzo: intorno all'apertura praticata nella vòlta per illuminare questo monumento si vede anch'oggi un orlo largo 6 piedi formato da lamine di bronzo di 5 linee e 1/2 di grossezza, unico avanzo della copertura antica, la cui conservazione è perfetta.

Il modo comune d'impiegare i fogli di rame per le coperture è quello di congiugnerli con doppie piegature che si sovrappongono da tutte le parti, e di fermar ciascun foglio con viti nascoste sotto le piegature; ma siccome questa materia si dilata facilmente nei gravi calori, ed è più elastica del piombo, i fogli gonfiandosi strappano le viti quando

non si ha la precauzione di adattarle in modo che l'effetto della dilatazione non vi possa contrastare. Perciò fa duopo che ciascun foglio non sia fermato da viti che da una parte, e che dall'altra le piegature permettano al rame di stendersi e ristringersi a misura della temperatura dell'aria (1).

Si formano queste coperture con fascie disposte secondo l'inclinazione, sulle quali le piegature sieno alternativamente al di sopra e al di sotto per le commessure verticali, e con una sovrapposizione sempliee per le commessure orizzontali, formanti legame fra loro, come lo indicano le figure 3 e 4.

Delle coperture in piombo.

Questa maniera di coprire non si usa ehe pei tetti di qualche grande edificio. Così era fatta la copertura della chiesa di Nostra Signora di Parigi, e un tempo, quella della chiesa di S. Dionigi di Francia. Se ne fa uso per coprire le cupole e le parti dei tetti ai quali non si può dare che pochissimo pendìo.

Una copertura di piombo fatta bene è estremamente solida e durevole; ma è pesantissima ed assai costosa; oltre chè nei casi d'incendio ha pure l'inconveniente di non potervisi avvicinare per la fusione del piombo, onde recare soccorsi immediati, come quando il tetto è di legname. Non è così pericoloso quand'è posato sulle vôlte; ma se ne possono spogliare e lasciar gli edifiej esposti alle intemperie dell'aria, com'è avvenuto nella chiesa di S. Dionigi. Nondimeno spiegheremo il modo di farle nel caso che non si potesse a meno di usarne.

Quando i travicelli del tetto che si vuol coprire di lamine di piombo sono fermati e ben appianati pel di sopra, si posano le assicelle che

(1) Si era coperto in questa maniera il di sopra del portico delle chiesa di Santa Genevieffa. Queste foglie erano riunite fra loro da pieghe e doppio ricoprimento, per impedire all'acqua di penetrare per le commessure; ma, malgrado tutte queste precauzioni, si scôrse, dopo cinque o sei anni, che l'acqua penetrava al di sotto, senza potere scoprire da dove. Tutte le giunture e la superficie parevano in buono stato. Frattanto dopo aver levato queste foglie di rame, si discoprì un'infinità di crepature che non comparivano punto quando si sono messe a sito, e che il calore avrà fatto aprire. È probabile che queste crepature provengano da alcuni grani duri che avevano scoriato il rame riducendolo in lamine. L'effetto della laminazione avea talmente ravvicinato i bordi di queste crepature, che non si potevano distinguere, e la maniera con cui esse erano riunite, non lasciando abbastanza libertà al giuoco della dilatazione e della contrazione del metallo, avrà senza dubbio contribuito a farle aprire più presto.

hanno d'ordinario 4 in 6 pollici, a ranghi orizzontali distanti circa 2 pollici. Dopo questa operazione i lavoratori in piombo, che d'ordinario eseguiscono questa specie di copertora, cominciano col posare il canale che deve cingere la parte inferiore del tetto; e ben depressa la schiena di questo sul primo rango di assicelle, vi si posa sopra una fila di arpioni di ferro superiormente schiacciati, con fori per poterli inchiodare. Questi arpioni debbono essere posati in modo che la lamina di piombo, ch'essi sostengono, possa ricoprire la schiena del canale di piombo; questa sovrapposizione dev'essere più grande a misura che il tetto ha minore inclinazioue, e può variare dai 3 fino ai 6 pollici. Fatto ciò, l'operajo posa il primo rango di lamine in modo che la parte inferiore entri negli arpioni; quindi la stende e l'appiana con un pestone di legno e lo ferma al di sopra au ciascun travicello con forti chiodi lunghi abbastanza da poter attraversare il piombo, le assicelle ed una parte del travicello. Questi chiodi sono lunghi d'ordinario 2 pollici e 1/2.

Le tavole di piombo adoperate per le coperture hanno d'ordinario 3 piedi di larghezza sopra 12 in 15 piedi di lunghezza, ed una linea e 1/2 o due di grossezza; e si posano in modo che la larghezza secondi l'inclinazione del tetto.

Bisogna osservare di non fermar la estremità delle tavole di piombo formanti uno stesso rango con saldature, perchè sono soggette a rompersi per l'effetto della dilatazione e della contrazione che può provar questo metallo in ragione della temperatura dell'aria; è meglio ripiegare i margini delle tavole in goisa da formare ona nervatura segnata *b*, figure 1 e 2, che si rotonda col pestone.

Le coperture delle cupole si eseguiscono nello stesso modo: quando non hanno coste saglienti si stende il piombo col pestone e si perviene a fargli prendere la curvatura della cupola. Come pei tetti, fa duopo evitare le saldature per le commessure verticali, e farvi invece gonfiature formanti cordoni che si dirigono alla sommità della cupola. Siccome gl'intervalli fra i cordoni diminuiscono di larghezza, è utile, per aver meno ranghi di tavole ed economizzare le sovrapposizioni, posare gli ultimi ranghi in modo che la lunghezza delle tavole ne faccia l'altezza.

Quando la curva esterna di una cupola è divisa da coste saglienti, fa duopo quant'è possibile che la larghezza degl'intervalli come quella delle coste possa essere formata da una sola tavola in modo che non vi sieno commessure verticali che negli angoli rientranti delle coste. Per

formare queste commessure, si ripiegano i margini delle tavole che debbono riunirsi in senso contrario, e sotto le piegature si fermano con chiodi: quando il piombo è posato immediatamente sull' estradosso di una volta di pietra, come nella cupola di Santa Genevieffa, si possono rotolare in senso contrario intorno ad un regolo di ferro impiombato nella vòlta.

Nella maggior parte delle cupole le sole coste saglienti sono coperte di piombo; gl' intervalli lo sono con picciole ardesie la cui parte inferiore è tagliata a squame di pesce. Nei paesi ove l'ardesia è rara si fa uso di tegole verniciste, e talvolta invece di ardesie o di tegole verniciate si sono impiegate lamioette di piombo similmente tagliate: del resto queste ardesie, queste tegole o laminette di piombo, si posano come le ardesie o le tegole dei tetti ordinarj sopra una panconcellatura di assicelle con chiodi.

Si è tentato di sostituire al piombo le lamine di un metallo composto di zinco e di piombo; ma non si cita ancora nessun' opera eseguita con cui si possano dimostrare i vantaggi di questa composizione.

Delle coperture di zinco.

L' arte di lavorare lo zinco fu così tarda a perfezionarsi come quella di adoperarlo. A quanto sembra, si deve ad Isacco Lawson l'invenzione del processo per cui si giunse ad estrarlo dalle sue miniere. Margraff migliorò questo processo e ne diede i dettagli nelle Memorie dell' Accademia per l'anno 1746.

Lo zinco fu per lungo tempo considerato come un metallo imperfetto, fragile e che non poteva acquistar malleabilità che per la sua unione col rame rosso. Soltanto nel 1780 il dotto mineralogista M. Sage cominciò a far cangiare l'opinione su questa sostanza, facendo conoscere che la sua apparente asprezza non si doveva che all'allontanamento de' suoi grani o cristalli; ch' esso diveniva malleabile quand' era riscaldato a 100 gradi del centigrado, e che allora si poteva facilmente ridurre in lamine sottilissime battendolo sotto il maglio o passandolo per lo strettojo.

Sembra che in Inghilterra verso gli ultimi anni del secolo diciottesimo, si tentasse per la prima volta d' impiegare lo zinco nella copertura degli edificj. In Francia i tentativi di questo genere risalgono appena

ad una ventina d'anni, epoca in cui si scoprirono i processi per estrarre in grande lo zinco puro e malleabile dal calamina della *Vecchia Montagna* presso Liegi.

Sotto i rapporti della dorata e della tenacità, lo zinco sta presso a poco fra il piombo ed il rame, in modo che si può dare alle lamine di questo metallo uno spessore medio fra quelli che convengono agli altri nei diversi generi di opere. Segue da ciò che l'impiego del zinco potrebbe offrire grandi vantaggi sugli altri metalli, tanto per la leggerezza quanto per l'economia che apporterebbe nelle coperture, se fosse abbastanza certa la sua durata; ma molte osservazioni danno a conoscere che questo metallo si deteriora prontamente alle ingiurie dell'aria (1); e gli sperimenti che se ne sono fatti sono ancor troppo recenti perchè si possa per ora ammetterne l'impiego pei grandi edifici.

Le tavole di zinco s'impiegano nello stesso modo di quelle di rame e di piombo; così tutto ciò che si è detto su quest'argomento nei due precedenti articoli, può del pari convenire alle coperture di zinco.

Nei dipartimenti del Doubs e del Jura si osservano campanili e chiese i cui tetti sono coperti di latta.

Si è anche proposto d'impiegar nelle coperture la banda ricoperta d'una composizione che la guarentisce dalla ruggine. Questa maniera di coprire sembra molto usata in Russia: la maggior parte dei fabbricati e specialmente la Sala d'esercizio di Mosca, di cui si è parlato nel Libro Quinto, sono coperti di banda.

(1) Si è notato che in Inghilterra, si erano applicati molti strati di vernice grassa sopra le coperture di zinco, fatte da pochissimo tempo; il che sembra venire in appoggio alle osservazioni di Lasserre fatte nelle *Memorie dell'Accademia di Scienze*, relativamente all'azione distruttiva dell'acqua su questo metallo.

CAPO TERZO

DELLE COPERTURE DI PAGLIA E DI CANNE

Delle coperture di paglia.

In molti paesi si fa uso di questa copertura pei fabbricati rurali; essa si fa con paglia di segala o di frumento. Posati i legnami del tetto, cioè i cavalletti, i correnti e l'asinello, vi si attaccano pertiche con vimini invece di travicelli, e bastoni a traverso sui quali il conciatetti applica la paglia fermata con legami della stessa materia; più sono stretti questi legami, più riesce solida la copertura.

Questa copertura cominciasi pel di sotto come tutte le altre, e ciascun letto o rango dicesi *manata*. Siccome i gambi della paglia sono soggetti a schiacciarsi, non si fa questa copertura che per intervalli, cioè si lascia riposare due o tre giorni prima di terminarla. Dopo tal tempo, il conciatetti la visita per introdurre, se è necessario, nuova paglia nei luoghi ove non ve n'ha a sufficienza, perciò adopera uno stromento chiamato *paletta*, che è un pezzo di legno di forma ovale con un breve manico. Finisce la copertura pulendo la paglia con un rastrello di legno chiamato *pettine* coi denti molto vicini.

Delle coperture di canne.

Queste coperture si fanno colle canne che crescono nelle paludi e si eseguiscono presso a poco come quelle di paglia; fa d'uopo nondimeno che le pertiche che fanno le veci di assicelle sieno meno distanti le une dalle altre, cioè tre pollici circa; e siccome le canne sogliono scorrere, si legano in molti punti. Questa specie di copertura esige più destrezza di quella di paglia e costa più; ma quando è ben fatta può durare almeno quarant'anni senza che abbia bisogno di alcuna riparazione.

FINE DEL TOMO TERZO

NOTA DEL TRADUTTORE

I lavori in legname minuto variano di tempo in tempo in quanto alle forme, seguendo in parte il miglioramento o la depravazione del gusto, ed in parte anche il capriccio della moda. Ma i principj generali sui quali si fondano queste costruzioni sono già fissati, e dopo l'opera di Roubo, da cui tolse il suo trattato il nostro Autore, e quello che egli stesso vi aggiunse, nulla di veramente nuovo e di utile potrebbe dirsi su tale materia. Quindi omettendo di parlare su questo libro dell'opera ci tratterremo invece sul libro VII che ragiona dei lavori di ferro. Svolse tutti i generi di costruzione in questa materia e diede bellissime osservazioni sui ponti di ghisa e sui ponti sospesi a catene di ferro. Ma siccome in questi ultimi anni il sistema dei ponti sospesi ha preso uno sviluppo assai maggiore, e si eseguirono opere maravigliose per mole e per ardire in Inghilterra ed in Russia, crediamo degno dell' assunto e dell' opera il diffonderci alquanto per far conoscere fino a qual punto l'arte e l'umana industria abbiano potuto superare difficoltà che parevano insormontabili e giugnere a risultamenti nuovi e non sperati dapprima. Nè potendo trovar più accurate descrizioni di questi lavori, nè osservazioni più giuste, nè dettagli di tanto utile all'ingegnere da poter prendere sicura norma dovendo agire in simili casi, daremo tradotta la breve ma interessantissima memoria dell' illustre ingegnere Wiebeking *sui ponti sospesi a catene di ferro, relativa ai ponti costrutti negli ultimi tempi in Inghilterra ed in Russia.*

Descrizione del ponte sospeso, progettato ed eseguito sul braccio di mare, chiamato Stretto di Menai, dall'ingegnere Telford, costruttore dei canali di *Caledonia* e d'*Elsmère*, come pure dei ponti più grandi in pietra ed in ferro descritti nelle mie opere. Per questa descrizione mi sono servito dell'opera di Telford, di cui mi fece presente, intitolata « *An historical descriptive account of the suspension Bridge, constructed over the Menai-Street in Nord-Wales, with a brief notice of Conway Bridge.* »

Rennie, padre, ingegnere de'più dotti d'Inghilterra, propose nel 1801 molti progetti, per costruire un ponte su questo Stretto. La sua prima idea fu quella di un'arcata di piedi inglesi 450 (423 di Francia) d'apertura, con un'elevazione di piedi 150 (141) sopra il flusso del mare. Le centina, i reni, o fianchi, dovevano essere costrutti con cassoni di ghisa e sostenuti da due cosce di piedi 75 di grossezza, e di una elevazione di 100 piedi (94) sopra l'alta marea. Quindi pensò di costruire molti piccioli archi di pietra a ciascun lato di questa grande arcata. Il preventivo saliva a 259140 lire sterline.

Il suo secondo progetto consisteva, 1.° in un'arcata centrale della stessa dimensione; ma le cosce non dovevano avere che 40 piedi di grossezza; 2.° in due arcate di ferro a ciascun fianco, di 180 piedi d'apertura per ciascheduna, e queste ultime dovevano riunirsi alle rive con picciole arcate di pietra; il progetto fu valutato 262500 lire sterline. Le costruzioni di questi progetti dovevano tutte e due sboccare ad uno scoglio chiamato d'*Ynys-y-moch*, figura 7, Tavola R. In seguito Rennie propose un'altra direzione per simil ponte, volendo riunire lo scoglio *Swellis*, che emerga da questo Stretto, alle due rive. Questa comunicazione doveva essere formata; 1.° da un'arcata centrale di cassoni di ghisa, di 350 piedi d'apertura: 2.° da due arcate di pietra, ciascuna di 100 piedi. La grande arcata doveva elevarsi 150 piedi sopra la più alta marea. 3.° A ciascun fianco doveva esservi un'arcata di ferro dell'apertura di 300 piedi (283). 4.° Propose in seguito a ciascun fianco, piccioli archi di pietra, per istabilire la via continua verso la parte d'*Anglesey*, di una lunghezza di 434 *yards*, e verso *Carnavonshire* di 200 yards circa (un yard vale 3 piedi inglesi o millimetri 914). La spesa di questo progetto fu calcolata 265812 lire sterline. La seconda proposta di Rennie, relativa a quest'ultima direzione, consisteva in tre arcate, ciascuna di 350 piedi d'apertura, elevate alla chiave 150 piedi sopra il flusso. Le sue centine dovevano essere costrutte di cassoni di ghisa, e ciascuna pila e coscia doveva avere 70 piedi di grossezza. La spesa giugneva a lire sterline 290417. Ma quest'ingegnere non conosceva l'enorme difficoltà d'innalzare centinature a palchi di grandezza ed elevazione così imponenti; e la rapidità del flusso e del riflusso, il fondo pietroso e la grande profondità dello Stretto non permisero la costruzione delle centinature ferme nè di quelle erette sui puntoni. Preferì adunque la direzione d'*Ynys-y-moch*, laddove ora vediamo il ponte sospeso eseguito da Telford, dopo la morte dell'ingegnere Rennie, costruttore del ponte di Waterloo, di quello di Soutwork a Londra, del gran molo innanzi alla rada di Plimouth, e dei grandi bacini pei vascelli di marina, che si trovano lungo il fiume al di sotto di questa capitale.

Telford cominciò il suo primo progetto pel ponte di Menai nel 1810, epoca in cui i ponti sospesi non erano ancora introdotti in Inghilterra: perciò ei propose grandi arcate con casse di ghisa e barre di ferro. La sua prima intenzione era quella d'erigere,

nella direzione dello scoglio *Swellis*, tre arcate, ciascuna di 260 piedi d' apertura, ed una di 100 piedi fra due di queste prime, come si vede nella Tavola CCXLVII, figura 13, della mia Architettura Civile. Tutte queste arcate dovevano elevarsi 90 piedi sopra la più alta marea, acciò i navigli di 300 tonnellate potessero andare a orza a correre a piene vele sotto il ponte. Ogni pila a coscia di queste arcate doveva avere una grossezza di 30 piedi. La spesa giugneva a 158698 lire sterline.

Il secondo progetto di Telford consisteva, 1.° in una sola arcata in cassoni di ghisa e di ferro, di 500 piedi d'apertura, la chiave della quale doveva elevarsi 100 piedi sopra la più alta marea. La costruzione rassomiglia quella del ponte di Bonar, eseguito dallo stesso ingegnere e rappresentato sulla Tavola CCXLVII della mia Architettura Civile, fig. 19 e 25. 2.° A ciascun lato di questa arcata furono proposte picciole arcate di pietre, figura 26; la sua direzione fu determinata sopra *Ynys-y-moch*. La spesa è stata calcolata 127331 lire sterline. La difficoltà principale per l' esecuzione delle centine e dei palchi di quest'arcata grandissima fu promossa da Rennie padre e da Hutton, ma Telford, per vincerla, inventò un metodo affatto nuovo ed ingegnoso, di cui ecco una breve notizia. Terminata la muratura delle due coscie fino al livello della strada del ponte, si dovrebbero porre due quadri di ponti attaccati (*c*, *b*, *a*, figura 26 della Tavola testè citata) di grosso legname, fatti di travi, gambe di forza a rombi; quadri che dovrebbero essere puntellati dalle due coscie e ritenuti nella loro posizione col mezzo di barre di ferro, fermate per un capo nella muratura. Collocati innanzi a ciascuna coscia i due quadri di 27 piedi d'altezza presso la coscia, si doveva farne rotolar un altro sopra e attaccarlo con forche di ferro al secondo quadro, ritenuto dal legame *d* fatto con una catena la quale passerebbe sopra il quadrante B di ghisa fissato sulla coscia. Dunque si avrebbero avuti quattro quadranti. Gli altri quadri dovrebbero esser mossi alternativamente su quelli che sono già trattenuti dalle forche e dai legami *e*, *f*, *g*. I quadri di mezzo in questa centinatura dovrebbero avere soltanto 5 piedi d' altezza, e tutti questi quadri situati in diverse linee formerebbero le armature delle centine sulle quali si sarebbero posti i panconi e le zeppe per costruire i diversi ordini di cassoni di ghisa sui quali si eleverebbe la costruzione di pezzi di ferro: costruzione che avrebbe sostenuto immediatamente la via del ponte, come si vede nel disegno (Tavola CCXLVII, figure 19 e 25) del ponte di Bonar. Osserveremo infine che questo progetto d'impiegare i quadranti di ghisa o di ferro, come sostegni, ha probabilmente data l'idea d'applicarli appunto come sostegni nel ponte sospeso in catene eseguito sul canale di *Moika* a Pietroburgo, Tavola CCXLIII, figura 48, della mia Architettura Civile. Questo ponte è detto *della Posta*.

Tale progetto pel ponte di Menai fu, più tardi, abbandonato dall' autore istesso, e presentò nel 1814 un piano non meno ardito per un ponte sul fiume *Mersey* nella strada da *Runcorn* a *Liverpool*, laddove le rive s'innalzano 150 yards sopra il riflusso di questo fiume, il cui letto è composto di uno strato di sabbia sugli scogli, ed ove la navigazione e la grande larghezza del fiume non permettevano la costruzione di un ponte ad arcate di pietra che dovrebbero avere un diametro ed un'elevazione grandissima perchè i vascelli vi potessero veleggiar sotto. Per queste ragioni Telford determinossi a progettare un ponte sospeso con corde di fili ed anelli di ferro che dovrebbero formare una specie di rete in sei corpi diversi. Propose una larghezza di 1000 piedi per

la maggiore campata (940 piedi francesi) e 500 piedi ognuna per le due collaterali. La deflessione o senoverso delle corde di sospensione fu fissata a 50 piedi, e quella per la via od area del ponte a 20 piedi, costrutta del pari in corde sospese ai sostegni; ora, dice Telford nel suo progetto, dando alle corde su cui dovrebbe posare la strada, una tale freccia, si farebbero contribuire a portar una parte della strada invece che queste corde non sarebbero state che un carico per le catene principali. L' elevazione della via del ponte, la costruzione della quale non fu spiegata dal progettante nella sua opera, avrebbe dovuto essere di 60 in 70 piedi sul flusso. Ei voleva attaccare le corde di sospensione sopra tre linee a ciascun lato del ponte e che fossero portate da quattro sostegni in ciascuna parte della larghezza del ponte. Il modello di questa straordinaria costruzione avea 50 piedi di lunghezza e portava 3000 libbre senza veruno sconcerto.

Nel 1818 fu di nuovo espresso il desiderio di erigere un ponte sullo Stretto di Menai. Esaminata seriamente la posizione, Telford scelse la direzione d'*Ynys-y-moch*, non lungi da Bangor. Fissò a 100 piedi (94) sull'alta marea l'elevazione della via del ponte, e l' intervallo fra i due sostegni piramidali di ghisa doveva essere per la grande campata, piedi 560, e l' elevazione di questi sostegni piedi 50 (47) sopra la strada. Fissò sei linee di corde fatte di regoli di ferro con una deflessione o freccia inversa di 37 piedi, che starebbe all' apertura del ponte come 1 a 15, 13. Oltre questa grande apertura, la strada su questo Stretto doveva anche essere portata da archi in pietra, quattro cioè dalla parte d' Anglesey, e tre da quella di Carnavonshire. L' area del ponte si dividerebbe in una strada per le vetture da ciascuna parte, larga 12 piedi, e in un marciapiede nel mezzo largo 4 piedi. Ciascuna delle sedici corde di ferro dovrebbe essere composta di trentasei vergha quadrate accomodate capo per capo in tutta la lunghezza di una stessa corda, situate in modo da formare un prisma rettangolare di sei verghe per ogni lato. Quattro segmenti di cilindro piani ad una parte, rotondi dall'altra, posati sulle quattro faccie di questo prisma dovrebbero completare una corda avente un cerchio per circonferenza. Finalmente un filo di ferro avvolto a spira intorno a questo sistema avrebbe fatto un tutto di 4 pollici di diametro. La sezione di tutte le corde sarebbe stata dunque $16 \times 16 = 256$ pollici quadrati. Telford voleva anche rivestire ciascuna corda di una sostanza che le preservasse dall'azione atmosferica. A ciascuno dei quattro corpi delle corde di sospensione, composto di quattro linee di corde dovevano essere attaccati dei sospensorj tesi verticalmente. Le corde di ritenzione dovevano seppellirsi nella murazione delle coscie. Vedremo che Telford abbandonò la struttura delle corde in verghe di ferro, e adottò pel ponte di Menai il sistema delle catene a lunghe maglie introdotto in Inghilterra da Brown.

Prima di parlare della costruzione del ponte di *Menai*, detto anche ponte di *Bangor*, di cui ho dato una succinta notizia nel Tomo VII della mia opera sull'Architettura Civile, comunicherò i risultati delle sperienze fatte da Telford sulla resistenza dei pezzi di ferro.

Il regolo di ferro del diametro di $\frac{1}{10}$ di pollice inglese, lungo 100 piedi e del peso di 3 libbre ed once 3 e 1/2, si ruppe con un peso di 630 a 634 libbre. Le estremità della resistenza erano 616 a 651 libbre.

1.° Una barra di ferro del paese di Galles, del diametro di pollici 1 1/2, si ruppe sotto un peso di	43 tonn.	11 quint.	42278 chilog.
2.° Una barra dello stesso ferro e di egual diametro si ruppe per la tensione di .	52 »	15 »	46470 »
3.° Una barra di ferro di Staffordshire di 3/4 di pollice quadrato inglese	15 »	5 » 3 lib.	15393 »
4.° *Idem* di pollici 1 1/2	32 »	6 » 0 »	32812 »
5.° Una barra di ferro di Sud-Walles di 1 pol.	29 »	0 » 0 »	29464 »
6.° Una barra di ferro battuto di Howard di 1 pollice	29 »	0 » 0 »	29464 »
7.° Una barra di ferro svedese di 1 pollice	29 »	0 » 0 »	29464 »
8.° Una barra di ferro comune di Staffordshire di 1 pollice	31 »	0 » 0 »	31196 »
9.° Una barra dello stesso ferro di 2 pollici di diametro	100 »	0 » 0 »	101600 »

Una tonnellata inglese vale 1016 chilogrammi, e 20 quintali inglesi. Una libbra inglese vale 453,267 grammi.

M. Barlow professore di matematiche alla scuola militare di Woolwich fece la riduzione di questi sperimenti ad una barra la cui sezione era un pollice quadrato, e trovò che la resistenza è di 29 tonnellate, quintali 5 2/3, ovvero 29876 chilogrammi. Telford ha creduto più sicuro l'ammettere nel suo calcolo sul ponte di Menai la minore resistenza trovata in questi tentativi, cioè tonnellate 27 = 27432 chilogrammi, per una barra di un pollice quadrato. Valutando il peso di una tonnellata 2000 libbre, benchè non ne sia che 1540, peso di marco, ne risulta una resistenza di 272000 = 54000 libbre inglesi. I surriferiti sperimenti furono fatti probabilmente con barre la cui lunghezza era eguale a quella dei catenoni impiegati nelle catene di sospensione di questo ponte: ora è presumibile che la lunghezza influisca sul grado di resistenza e noi vediamo che gli sperimenti fatti da Telford con barre più brevi danno una resistenza maggiore. — Secondo gli sperimenti fatti da Telford e Brown, una barra di ferro del diametro di due pollici cominciò ad allungarsi di $\frac{1}{10}$ di pollice circa con un peso di 45 tonnellate; sotto 100 tonnellate diede segni di rottura. Poi, secondo le prove fatte da quest'ultimo, una barra di 1 1/2 pollice di diametro e di 7 piedi, 4 pollici, 3 linee di lunghezza, si stendeva col peso di 33,5 tonnellate di un pollice e 9 linee, sotto 42,5 tonnellate (43180 chilog.) si è allungata 3 pollici. Finalmente essa si ruppe con 47,5 tonnellate (48250 chilog.) dopo essersi allungata pollici 13 3/5. Il diametro di questa barra era diminuito nel punto della rottura 3/8 di pollice. Telford nella sua opera su questo ponte osserva che i fili di ferro di $\frac{1}{10}$ ad $\frac{1}{25}$ di pollice di diametro è di una lunghezza di 100 a 900 piedi, le quali erano curve talmente che la loro deflessiona era piedi 31,5 sostennero a tre punti distanti egualmente l'uno dall'altro, $\frac{2}{10}$ del peso che romperebbe queste verghe impiegando verticalmente questo peso. Poscia colla deflessione di un ventesimo, il filo sopportava il terzo di ciò che lo romperebbe sotto un peso impiegato verticalmente.

Telford dopo un gran numero di esperimenti fatti da lui stesso e dal suo maestro Provis sulla resistenza delle barre di ferro, si decise a fissar la grossezza dei catenoni

di sospensione che voleva impiegare nel ponte di Menai, ha dato cioè all'altezza di esse 3 1/4 pol. inglesi ($3\frac{1}{24}$ pollici di Francia), alla larghezza d'un pollice ($11\frac{4}{10}$ linee di Francia), ed alla lunghezza, fra i centri di due fori od orecchie, dieci piedi. Ammise 27 tonnellate come la minima forza per rompere le barre di ferro, la cui sezione è di un pollice quadrato, e che una barra normale per le catene di sospensione di questo ponte può resistere almeno ad un peso di tonnellate 87 3/4, o chilogrammi 89166. La metà (43 1/8 tonnellate o chilogrammi 44583) potendo produrre secondo Telford un allungamento del ferro, ha considerato 35 tonnellate o 35560 chilogrammi come un peso sufficiente che si poteva ammettere nel calcolo: ora $43\frac{11}{8}$ tonnellate, è la metà della resistenza di 87 3/4 tonnellate.

Per adottare un altro modo di calcolo, dice quest'ingegnere, prendendo la quantità totale delle catene di sospensione a 5 volte tanto di forza che la teoria suppone come sufficiente per portare il ponte ed il suo carico, risulta da ciò $\frac{27}{5} = 5$ 2/3 tonnellate che sarebbe il peso attuale di ogni pollice quadrato di ferro. Moltiplicando ciò per 3 1/4 di pollice (sezione di ciascun catenone) si hanno 17,55 tonnellate (17738,8 chilogrammi) come il peso che potrebbe essere portato da ogni linea di catene. Supponendo che l'estensione degli esperimenti aumenti o raddoppi il peso che agirebbe sulle catene la cui grossezza si è di sopra fissata, il prodotto sarebbe $17,55 \times 2 = 35\frac{1}{10}$ tonnellate come peso appropriato. Questo prodotto corrisponde quasi al primo risultato e fornisce 11 tonnellate ogni pollice quadrato della sezione di una barra di ferro. — Dietro ciò, fu deciso, come regola generale, undici tonnellate per ogni pollice quadrato di sezione delle catene di sospensione. Il cha dà per una catena di tal ponte 35 tonnellate. Finalmente osserveremo che il peso di 11 tonnellate fu del pari adottato pel pollice quadrato nella mia opera sull'Architettura Civile.

La macchina, figura 6 e 7, Tavola T, destinata agli sperimenti fatti da Provis, era composta d'una serie di tre ruote *s*, *k*, *l*, di tre rocchetti *m*, *n*, *o*, e di leve. Ogni catenone fu tenuto da una catena articolata *b* grossa pollici 1 1/7. Essa girava intorno al cilindro *a* di pollici 9 7/8 su cui era attaccata. L'estremità opposta del catenone si era attaccata nello stesso modo alla catena articolata che era unita col mezzo di una vite a dado coll'albero e della ruota dentata *t*. La mezza lunghezza di quest'ultima catena che poteva avvolgersi al cilindro *e*, era pollici 6,31. La lunghezza di ciascuna delle due leve *e*, *c*, fissate sull'asse del cilindro *a*, era pollici 57,25. Il braccio breve delle leve *d*, *d*, era pollici 2,72 e il braccio lungo all'estremità del quale era la bilancia *g*, destinata pei pesi, aveva pollici 54,62 di lunghezza. Dietro questi dati si ebbe $\frac{57,25.\ 54,62}{6,31.\ 2,72} = 184$ circa; il che sarebbe il peso del catenone per ogni libbra nella bilancia *g* che era caricata d'un peso di 350 libbre. Quattro operaj giravano i manubrj *h*, *h*, finchè si elevarono la bilancia ed il suo peso; per conseguenza l'ultimo pure era trasferito al catenone di sperimento. Moltiplicando il peso posto sulla bilancia per 184, il prodotto è 32 1/5 tonnellate, 2 4/5 tonnellate meno del peso proposto sopra, come peso normale che si potrebbe sospendere colla maggior sicurezza a ciascuna catena di sospensione dell'altezza di pollici 3 1/4 e della larghezza di un pollice. Ma bisogna aggiugnere la forza necessaria per vincere l'attrito degli assi della macchina nei loro cuscini e della bilancia nel suo punto di movimento. Quest'attrito fu

equilibrato con un contrappeso *t* di 347 libbre sospeso al braccio breve *u* della bilancia: non v'ha dubbio che quest' attrito eguagliasse almeno 2 4/5 tonnellate che sembravano mancare per l' ultimo calcolo. Inoltre è probabilissimo che l' attrito potesse essere di un valor maggiore di 2 4/5 tonnellate, e si può quindi ammettere la resistenza per un catenone 40 tonnellate invece di 35. Nel tempo che la barra sperimentata che doveva servire per un catenone era esposta a questa tensione si batteva fortemente a colpi di martello che impressero una subita vibrazione nella barra. Con ciò sperimentossi assai rigorosamente la resistenza dei catenoni, poi si esaminava accuratamente se aveva essa de' sintomi di rottura. Terminato un esperimento si allentava la macchina e si staccava il catenone dalle due catene articolate. La prova sicura che il primo non avea subito verun allungamento si manifestava quando le sue due orecchie corrispondevano a quelle del catenone normale.

In questo modo fu sottomesso alla prova ciascun pezzo di ferro che doveva essere impiegato nel ponte di Menai; e Provis ha doto nella terza appendice dell' opera un quadro, in cui ecco i numeri dei pezzi che sono stati provati.

Barre di ferro 4 pollici alte, larghe 1 1/2, destinate ai catenoni di fermaglio	5032,	60*).	0**).	0 a).	4072 b).
Anelli destinoti ad unire i catenoni	6238,	175.	0.	. 0.	6063.
Barre di pollici 3 1/4 di altezza sopra un pollice di larghezza destinate pei catenoni del ponte	10476,	249.	100.	47.	10080.
Numero di tutti i pezzi	21746,	448.	100.	47.	20215.

*) Numero dei pezzi rifiutati, essendo imperfettamente lavorati o bruciati nella fucina.
**) Numero dei pezzi offesi nelle prove. a) Num. dei pezzi rotti in sue parti. b). Num. dei pezzi non difettosi ed impiegati

Telford, dopo aver ripetute le più accurate ricerche sulla località dello Stretto di mare che separa Carnavonshire dall'Isola di Anglesey, si decise ad erigere il ponte nella direzione di uno scoglio in fronte a quest'isola chiamato *Ynys-y-moch*, figura 7 Tavola R, ed a costruire un ponte sospeso a maglie o catenoni lunghi: ora, le corde in fili di ferro sono troppo facili a far nodi e soggette a forti attacchi prodotti dagli uragani furiosi che si scatenano di spesso sopra questo stretto di mare; i quali obbligavano l'ingegnere ad evitare i movimenti oscillatorj e trasversali delle catene, come pure un innalzamento della via del ponte. I quali effetti produrrebbero la rottura dei sospensorj e di altri punti essenziali di una tale costruzione, se non avessero peso bastante. Questa è probabilmente la ragione per cui Telford applicò ottanta linee di catene al ponte.

Acciocchè il lettore si faccia una chiara idea di questa grande costruzione, ne ho fatto incidere le sezioni ed alzati sulle Tavole Q, R, S, T; riunite una contro l' altra formerebbero un insieme presentante tutto il ponte suddetto.

Il ponte di Menai detto anche di Bangor, il cui progetto fu terminato nel 1818, si cominciò nel Settembre di quest' anno, benchè non fosse accordata che la somma di 20000 lire sterline pei primi lavori, e benchè il *Bill* per lo stabilimento di questo gran monumento nazionale che fa tanto onore al suo costruttore non passasse alle camere che il 2 Luglio 1819 allorchè le arcate di pietra dalla parte di Anglesey e la gran piramide troncata dalla parte di Carnavonshire erano già fondate.

Questo ponte è composto dalla parte d'Anglesey di quattro arcate di pietra, fig. 1, tav. P e dalla parte opposta di tre; ed alle estremità della grande apertura di esso,

di due piramidi troncate. La saetta inversa delle sue catene di sospensione è 40 piedi (38 piedi di Francia), e sta all' apertura come 1 a 14,32. In ciascuna piramide sono situate quattro casse di ghisa che io chiamo casse delle selle, tav. 5, fig. 3, metà della quale rappresenta l'alzata e metà la sezione trasversale. Ciascuna delle otto casse delle selle, sostenute dalle due piramidi, è attraversata da 20 catene, e siccome due casse portano la stessa serie di catene, il numero di queste ultime arriva a 80. Le superficie delle selle su cui pogginno i catenoni di rannodamento, fig. 4, tav. P, corrispondono alla direzione delle catene di sospensione e di ritenzione; questa è la ragione per cui queste superficie sono convesse. I 444 sospensorj sono alternativamente attaccati agli anelli che congiungono le catene mediante una cavicchia di 2 pollici di diametro, attraversante due anelli collaterali, munita da una parte di una testa e dall'altra di una vite a dado, fig. 5, tav. T. Ogni anello ha lo spessore di un pollice e 18 pollici di lunghezza. A questi sospensorj è attaccato immediatamente il corpo della via del ponte, fig. 4 tav. S, che ha due piedi di curvatura, acciocchè possa avvicinarsi alla direzione orizzontale quando la catenaria si allunga alquanto per l'effetto dei pesi che passano sul ponte o per quello dell'influenza atmosferica. L'area del ponte si eleva 103 piedi sull'alta marea, e le due piramidi troncate s'innalzano sopra di essa 160 piedi. — Di queste ognuna è penetrata da due passaggi *a*, *b*, fig. 3, tav. S, che servono per le vetture e pei pedoni. I sospensorj di un pollice quadrato portano col mezzo di una forte cavicchia la quale attraverso in pari tempo le due barre di ferro, *a*, *b*, fig. 5, formanti i suoli del tavolato, una parte dello quali è disegnata nella fig. 2. La larghezza dell'area del ponte è 28 piedi; essa è divisa in due vie per le vetture, figura stessa, e nel mezzo si trova il marciapiede largo 4 piedi. Ciascuno dei detti suoli è composto di due linee di barre, *a b*, *d a*, fig. 5, fra le quali fu intromesso un pezzo di legno per dare maggiore stabilità ad un tal suolo. Ognuna di queste barre è alta pollici 3 1/2 per 6 linee di larghezza e 12 piedi di lunghezza. Due coppie di queste barre e *f*, fig. 5, formanti una larghezza di 5 piedi, furono sospese e caricate di un peso di 5 in 6 tonnellate (5080 a 6096 chilogrammi) per riconoscere la resistenza. Sotto questo carico le barre cominciarono a piegare; levato esso si raddrizzarono, onde questo sperimento accertò che i compartimenti di questi suoli porterebbero con sicurezza il tavolato ed il peso che passerebbe sull'area del ponte. Nulladimeno vedremo in seguito che queste barre non hanno resistito alle scosse delle burrasche. Due strati di tavoloni, fig. 4, grossi ciascuno tre pollici, si posero sopra i compartimenti de'suoli *c*. Finalmente l'area della grande apertura del ponte si compone ove è destinata al carreggio, di un pavimento su pezzi di ghisa, fig. 3, tav. T, sopra uno strato di feltro impregnato di catrame e di pece.

L'enorme peso, 500 tonnellate (508000 chilogrammi) delle parti di ferro e della via del ponte, senza valutare i pesi che si muovono su esso, pesi tutti che agiscono sulle piramidi troncate, esigeva l'invenzione di un mezzo per distribuire egualmente la pressione verticale di questo carico sulle piattaforme delle piramidi. Stabilì quindi Telford di far attraversare le menzionate casse di ghisa dai catenoni di rannodamento senz'attaccarli a queste casse. Ma non era facile trovare il mezzo perfetto, acciò questi catenoni potessero muoversi leggermente. Ecco l'invenzione così felicemente applicata per la prima volta a questo ponte. Mediante una capra armata di funi e di taglie,

s'innalzano sulle piattaforme delle due piramidi, otto tavole di ghisa, 1 a 8, fig. 5 e 6, tav. Q. Esse hanno 40 pollici di spessore, sono congiunte l'una all'altra con addentellati e infossate nelle pietre calcaree e durissime di cui si sono costrutte le piramidi stesse. Un tal piano formato da questi otto pezzi di ghisa ha piedi 32 1/2 di lunghezza sopra 9 di larghezza; ed è circondato da un quadro *a b c d* di barre di ferro ed unito con cinque traverse *i*, *h*, *g*, *f*, *e*, dello stesso metallo. Questi ultimi sono sepolti nelle incavature dei pezzi di ghisa. Sui quattro compartimenti *i*, *g*, *f*, *e*, tanti pezzi di ghisa furono collocati quanti se ne vedono nei due della figura 5. Ciascuno di essi ha 8 piedi e 7 pollici di lunghezza sopra 11 pollici di altezza nel suo mezzo. Chiameremo un tal pezzo *a b*, fig. 3, tav. R, cuscino della cassa delle selle. Esso è circondato e ritenuto nella sua posizione da un quadro *e b*, fig. 5, tav. Q, di barre di ferro; le sue nove coste *i*, fig. 3, ritengono gli otto cilindri di ferro *d*, di 8 pollici di diametro e 5 piedi di lunghezza; si possono muovere negli otto incavi *c*. La detta cassa può dunque avere un poco di movimento, quando le catene di sospensione si allungano per l'influenza della temperatura atmosferica, o quando ricevono per effetto di un vento forte un'oscillazione od uno scuotimento laterale. Tali effetti non possono dunque influire in modo pericoloso durante i venti mediocri, nè sulla catenaria, nè sui sospensorj, nè sulle piramidi formanti i sostegni. Le catene di sospensione tendono al contrario a ritenere costantemente il peso che agisce sulle piattaforme di ciascuna piramide, in una direzione verticale.

La figura 6, Tavola Q, rappresenta il modo con cui due serie di queste catene, ciascuna di cinque, attraversano due casse delle selle *b* e *d*. Nei quattro passaggi od intervalli 1, 2, 3 e 4, figura 3, Tavola R, di una tal cassa sono allogati i venti catenoni di rannodamento (cinque serie in ciascun intervallo) che uniscono altrettante linee di catene di sospensione ed altrettante linee di catene di ritenzione. Ogni catenone ha 6 pollici di altezza per 6 e 1/2 di larghezza. Per collocare comodamente cinque catenoni l'uno presso l'altro si è dato a ciascun passaggio un'altezza di 7 pollici.

La maggior parte dei catenoni hanno ricevuto due orecchie circolari di 3 pollici di diametro. Ma la difficoltà sta nel foggiare ciascun catenone secondo la lunghezza normale. I costruttori che tempo fa impiegarono sempre i catenoni ad orecchie rotonde erano dunque obbligati ad allungare od accorciare una catena mettendola sui sostegni. Perciò Traitteur e Telford, il primo ne' suoi ponti di Pietroburgo e l'ultimo nel suo ponte di Menai, hanno proveduto alcuni catenoni, e specialmente quelli che si approssimano ai sostegni ed alle piastre di fermaglio, ad una delle loro estremità, con un occhio, figura 5, Tavola R, che ha 13 ai 19 pollici di lunghezza, benchè la larghezza non sia che di 3. Quando una catena doveva essere accorciata, si piantava in quest'occhio una specie di birillo che riceveva all'alto una testa che toccava la flanella inzuppata d'olio od un feltro che circonda la cavicchia attraversante quest'occhio. Talvolta vi si sono piantati anche due birilli. Rapporto ai catenoni e cavicchie di rannodamento rimarcheremo: 1.° che i primi delle catene di attacco hanno un'altezza di 4 pollici, una larghezza di pollici 1 e 1/2, ed una lunghezza di piedi 7 e 1/2 inclusivamente alle semilunghezza di un anello di rannodamento; — 2.° che le cavicchie di queste catene hanno un diametro di 4 a 6 pollici, e che quelle che ritengono le estremità di queste catene nelle camere *h*, figura 2, Tavola Q, tagliate nelle roccie hanno pure una

lunghezza di 9 piedi e 1/2 e che le cavicchie attaccanti gli altri anelli e catenoni hanno un diametro di 3 pollici. Telford fortificò questi catenoni di fermaglio e cavicchie perchè si poteva supporre che l'ossidazione del ferro si accrescerebbe nelle gallerie sotterranee, e che si troverebbe una grande difficoltà nel voler ripingere o rimpiazzare questi pezzi.

Siccome era necessario che le catene restassero nel senso dell'altezze parallele e nella distanza prescritta dall'ingegnere, si posero alternativamente fra le linee di catene, barre di ferro *a*, *b*, *c*, figura 7, Tavola V della sezione di un pollice quadrato, e si attaccarono agli anelli *d* con cavicchie a vite e dadi a testa poligona. In questo modo tutte le linee delle catene ricevono l'impressione dei pesi che passano sul ponte; ed una linea sola non può esclusivamente ricevere un'ondulaziona se tutte le altre linee non la risentono nello stesso momento. La stabilità della catenaria risulta dunque in gran parte da questa disposizione.

Le catene di ritenzione riceverebbero a cagione della loro straordinaria lunghezza una pericolosa ondulazione specialmente nelle burrasche, la quale influirebbe sul moto oscillatorio della catena di sospensione, e questo movimento aumenterebbe la vibrazione delle catene di ritenzione. Ma Telford applicò un mezzo per ovviare a questi perniciosi effetti e per aumentare la stabilità di tutte queste catene come pure la stabilità della via del ponte. Egli ha incastrato nella murazione delle arcate e in quella delle sponde della strada tutte le barre verticali *a b* figura 1, Tavola R, che partono dalle catene di ritenzione, e noi le chiameremo *barre di tensione*, o *di sicurezza*, e non già sospensorj, perchè nulla è sospeso a queste barre. Questa disposizione si manifesta dunque come un miglioramento nella costruzione di grandissimi ponti esposti agli assalti di venti furiosi.

La lunghezza straordinaria delle catene di ritenziona e di attacco, risultante dalla distanza delle due roccie a cui si dovevano attaccare le estremità o piastre di fermaglio di queste ultime catene, esigeva de'sostegni intermedj fra ciascuna delle due piramidi troncate e l'origine di tali catene presso la roccia. Esse hanno un'estensione dalla parte d'Anglesey di 610 piedi, Tavola Q, e da quella di Carnavonshire, Tavola T, di 550 piedi. Le prime riposano sopra sostegni posti sotto la volta B figura 1, formati da quattro casse di ghisa *k*, *l*, *l*, *m*, figura 2, Tavola Q. Ciascuna di esse, figura 12, ha quattro selle convesse penetrate da quattro passaggi ove sono collocati gli anelli di rannodamento, *c c* figura 4. In questa figura si osservano quattro ranghi di catene d'attacco *a*, *a*, una sull'altra ed un orecchia oblungata *e*. La figura 11 presenta la pianta di una tal cassa, e la figura 12 la sezione. Essa è trapassata verticalmente da due barre di ferro che entrano in due inforcature tagliate nella roccia, e terminano superiormente con una vite *a b* per essere attaccate solidamente e per avere una perfetta stabilità.

Dalla parte di Carnavonshire il sostegno intermedio trovasi nella casa di dogana A, figura 1, Tavola T. Le catene posano negl'intervalli di quattro casse di ghisa, di due delle quali vedesi la seziona nella figura 4, Tavola T; sono esse rinserrate in un quadro di ferro e sostenute da volte; la figura 6, Tavola T, presenta la detta casa e la sezione del suo piano ove si osserva il collocamento delle casse intermedie in *a*.

La direziona delle catene di ritenzione e di attacco come pure la loro perfetta unione in un corpo solido che mai possa cangiar sito, e il modo di fissare le ultime

e le loro piastre di fermaglio, formante ciò che chiamiamo *armatura delle catene*, tutto ciò esige la più matura considerazione. Quest' armatura è della maggior conseguenza nell' esecuzione dei ponti sospesi, specialmente in quella del ponte di Menai, che offre l' apertura più grande di tutti i ponti fino ad ora gettati sui fiumi o sui rami di mare.

Tenterò frattanto di far conoscere al lettore questa armatura così rimarchevole; a tale effetto ho approfittato dell' opere di Telford e dei disegni che vi sono uniti. Due roccie alle due sponde del ponte, figura 1 e I Tav. Q e T, formano due corpi di armatura immoti. Ma per estendere le catene fino ai punti di attacco erano inevitabili le gallerie sotterranee chiamate *tunnels* dagli Inglesi. Le prime parti di queste gallerie consistono in volte e le altre sono state tagliate nella roccia. Quasi ogni corpo di catena ha ricevuto la sua galleria, che lascia allato delle catene un intervallo di pollici 18 per le manovre. Le figure 2, Tav. Q, e 3, Tav. T, rappresentano tutte queste gallerie indicate dalle lettere *a*, *b*, *c*, *d* ed *i*, e le camere di circolazione da *h*, *h*. Si giugne a tutte queste gallerie pei sentieri *t n*, tagliati in parte nella roccia. Le gallerie dalla parte d'Anglesey hanno pure cinque ingressi: uno comincia nel sito voltato B, fig. 1, Tav. Q, e quattro ingressi si trovano nell' argine innanzi alla coscia che guarda Carnavonshire, figura 2.

L' armatura delle catene d' attacco nel ponte di Menai è non solo ingegnosissima ma anche istruttiva. Per addossare solidamente le piastre di fermaglio di ghisa *a a*, *d e*, fig. 8, Tav. Q, ciascuna delle quali ha 8 1/2 piedi di lunghezza per 18 pollici di altezza e 6 di spessore, contro la roccia, vi si sono tagliate delle impostature *w*, *w*, fig. 2, contro le quali si appoggia la piastra *a*, *a*, nella quale sono imbrigliati i quattro catenoni *c*, *c*, *c*, *c*. Una seconda piastra *d e* s'indossa a questa prima, e tutte due sono situate perpendicolarmente sulla direzione delle catene. Poscia si sono coperte queste due piastre, come pure l' origine dei catenoni, con una larga piastra di ghisa *d i* fig. 9. Da una parte ha quattro intaccature rettangolari, e dall' altra quattro circolari. Queste ultime e le prime orecchie dei catenoni sono attraversate da altrettante cavicchie di ferro *m*. Ogni cavicchia di fermaglio è del diametro di 4 pollici e lungo 9 piedi, essa attraversa le cinque orecchie d' una serie di catene; cosicchè queste quattro cavicchie attraversano i venti catenoni di un corpo di catene; e sono forse con una estremità incastrate nella roccia. Bisogna osservare che queste piastre come anche la struttura seguente, si ripetono dall' altra parte all' origine d' un corpo di catene. Tre barre di ghisa *i*, *i*, *i*, sono intrecciate negli angoli rientranti *k* della grande piastra *d i* e nell' altezza *h a* della galleria; e le barre *o*, *b*, *b* sono incastrate nel suolo della roccia. I due corpi intermedj delle catene di attacco hanno probabilmente alle loro due parti le stesse armature, ma affinchè uno di questi due corpi non potesse avvicinarsi all' altro vi si sono poste le barre M, fig. 10, nell' intervallo delle catene e della roccia. Sulle dette piastre ed anelli di rannodamento si sono messi i cassoni di ghisa *p*, *p*, N, N per guarentire queste parti dall' umidità e per aumentarne la stabilità. Gli ultimi cassoni e quello in L si addossano alle barre *c d* che si appoggiano alle impostature tagliate nella roccia. Per evitare l' abbassamento dell' origine di un corpo di catene vi si son messi sotto alcuni quadri di ghisa fig. 8, Tav. R.

Dalla parte d' Anglesey le catene d' attacco furono poste il 22 Maggio 1825, cioè otto mesi dopo che erano compiute le arcate di muratura. Alla situazione delle catene nelle

gallerie hanno servito presso la loro origine i detti quadri, e dall' altra parte pezzi di legno di quercia, e questi furono poscia levati dopo che fu terminata tal situazione. Finalmente per distendere le catene nelle gallerie fu situato all' uscita della galleria stessa un argano armato di grossa fune e di due taglie. Questa manovra esigeva la forza di 8 tonnellate (8128 chilogrammi) per mettere e tenere in movimento l' argano con un numero bastante di uomini.

Accomodate perfettamente le catene, si collocarono due paja di lastre di ferro *a* e *b*, fig. 7 e 14, Tav. Q. Ciascun pajo era commesso con dadi per abbracciare fortemente le catene. Quindi vi furono piantati i pezzi di legno cuneiformi *c*, *c*, acciocchè le piastre non strisciassero lungo i catenoni. Due staffe di ferro *d*, *d*, penetrate dalle cavicchie *e*, *e*, furono messe intorno alle piastre *a*. Due barre di ferro *f*, *f*, passavano fra le piastre *b*, *b*, e furono impedite dal volgersi coi pezzi *g*, *g* e colle chiavi *h*, *h*, le quali attraversavano queste barre. L' estremità opposta di ciascuna barra era penetrata da un foro circolare per cui passava una specie di cappelletto rotondo *i*. Tutti e due attraversavano pure i fori delle lamine *k*, *k*, che erano del pari attaccate alle barre *f*, *f*, con cavicchie a vite e e, acciocchè la commessione dei pezzi *d*, *k* ed *f* formassero un tutto. Quindi si applicò verticalmente su ciascuno dei cappelletti la leva *l*, lunga 10 piedi circa, e si abbassò nello stesso momento l' una e l' altra leva col mezzo di corde e taglie *m* finchè queste leve fossero parallele alle barre *f f*. Quest' operazione dando ai cappelletti *i i* un quarto di rivoluzione, ed essendo la distanza fra il loro centro pollici 1 1/4, necessariamente le piastre *a*, *a*, *b*, *b* ed i catenoni coi quali erano perfettamente combinate si trovarono ravvicinati di pollici 1 1/4. Le zeppe c c furono allora piantate. Impiegate le leve come alla prima volta, si riceveva di nuovo un tale accorciamento della catena. Finalmente si ripetè questa operazione tante volte quante fu necessario.

Circa il perforare le orecchie nelle barre di ferro destinate alle maglie o catenoni, osserveremo che furono rettificate a cagione della loro lunghezza e grossezza e si lasciarono raffreddare queste barre di ferro, destinate ai catenoni prima di farvi i fori od orecchie. Fissato il centro di questi ultimi col mezzo di una macchina, e secondo una maglia normale, si applicò un' altra macchina nella quale era fortemente ribadito un trapano d' acciajo messo in moto coll' applicazione di qualche ruota. S' impiegò pure la vite terminata da saetta d' acciajo girata col mezzo di due bilancieri.

Prima di fare sperimenti sulla resistenza dei due assortimenti di barre di ferro che sostengono la via del ponte da noi chiamati *suoli*, e prima che si elevasse il cuscino della cassa delle selle sopra una piramide troncata, si facevano sperimenti sulla resistenza delle funi che dovevano servire alle macchine destinate alla tensione. — Questi sperimenti fatti con una macchina, fig. 6, Tav. R, diedero questo risultato; che una corda di pollici 5 1/4 di circonferenza si rompeva con un peso di 6 3/4 tonnellate (6858 chilogrammi). Una corda di pollici 4 1/2 si ruppe con un peso di tonn. 4 $\frac{4}{10}$ (4180 chilog.) e finalmente una terza corda della stessa circonferenza, ma di canape migliore, si ruppe con una forza di 6 tonnellate o di 6096 chilogrammi.

Era essenzialissimo conoscere 1.° la tensione d'una catena della stessa dimensione, curvatura e lunghezza che dovrebbe formare una linea di sospensione nel ponte di Menai; 2.° determinare le diverse lunghezze dei sospensorj che dovrebbero essere attaccati alla

catenaria di questo ponte. A tale scopo si fece sospendere la catena *m*, figura 2, Tav. P. Una delle sue estremità fu attaccata sul cilindro *b*, fig. B, Tav. V, col mezzo di una breve catena articolata *a*, che è stata ritenuta da corde e carrucola a dall' asse della ruota *c* girato da una manovella. Il braccio di leva orizzontale *f*, fig. A, era 10 piedi e 10 pollici, e il suo braccio breve stava al primo come 1 a 13. L'ipomoclio fu sostenuto dal sospensorio *r* fatto con due verghe di ferro. Esso era attaccato alle leva spezzata o *k r*, mobile intorno al perno *k*, unito colla punta *b* della capra *l b*; alla terza punta *o* di questa ultima leva era attaccata la catena *m* ed al braccio breve della leva orizzontale *f* era sospesa una catena membrata *g* attaccata alla roccia con un'ulivella *m*. Al braccio lungo *f* della leva era attaccata la bilancia *h*. Con quest' apparato si abbassò il braccio lungo delle leve, e la catenaria fu serrata fino alla deflessione di 40 piedi. Si accomodò il peso a si trovò che 289 1/2 libbre sulla bilancia eguagliavano la tensione di quella catene. Ne risultò 3763 1/2 = 289 1/2 × 13. Finalmente Telford trovò che 6134 libbre bilanciavano la catena e che il peso di questa catenaria era nei punti di sospensione 39 tonnellate, 13 quintali; 1 libbra e 24 once. 3.° Per determinare la lunghezza dei sospensorj, fu sospesa una catena di un quarto delle vera lunghezza e della curvatura inversa della catenaria del ponte, ed al di sotto, con questa proporzione, una linea orizzontale di tavole sulle quali fu tracciata le curvatura delle vie del ponte e la linea dei suoli. Allora si misurarono le verticali prese dei punti che secondo la detta scala marcavano il mezzo degli anelli, fino alla metà di questi suoli.

Prima d' impiegare i pezzi di ferro battuto, si preservò il ferro contro la ruggine e la corrosione col metodo seguente. Benchè non si conosca un rimedio perfetto e che del tutto riesca, perchè nessuna sostanza penetra sufficientemente nella superficie del ferro, ed applicata si stacca strofinando il ferro, nondimeno si trovò che l'intonaco d'olio formava una vernice sottile e compatta cha difende il ferro dall'influenza dell'aria fino a che l'attrito dei pezzi uno contro l'altro non la porti via. Si riscaldarono i catenoni, gli anelli, la viti ecc. in un forno ad una temperatura sopportabile alla mano a s' immersero questi pezzi nell'olio di lino. Dopo qualche minuto si levarono a si rimisero nel forno per seccarli ad un calore mediocre, sostenutovi per tre o quattro ore. Ritirando i pezzi per la seconde volta dal forno, si è trovato che l'intonaco d'olio avea formato la detta vernice internatasi nei pori del ferro.

Finalmente dietro tutti i pezzi di ferro e di ghisa che s'indossavano alla roccia od alla muratura si applicarono pezzi di flanella inzuppati d'olio, e questo metodo fu pure applicato fra due pezzi che si toccano immediatamente o che lasciano fra loro qualche intervallo, per esempio l' intervallo fra i due anelli di rannodamento di una catena. Tutti i pezzi dell' armetura e della base della casse delle selle sono sovrapposti l'uno all'altro o eddossati alla roccia od alla murazione o ad un' altra parte della costruzione. Invece di flanella si faceve uso pure di un feltro inzuppato di catrama e di pece.

Verso la fine dell' anno 1821 le cosce e le pile di tutte e sette le arcate collaterali erano complete. Nell' anno 1822 le arcate dalle parte di Carnavonshire furono voltate e si cominciarono gli archi della parte opposta, come pure le gallerie sotterranee tagliate in parte nella roccia e in parte composte di volte in muratura, come si vedono indicate nelle fig. 1, Tav. Q, a fig. 1, Tav. S e T.

La piramide tronca dalla parte d' Anglesey s' innalzava il 21 Giugno 1823, piedi 5 sopra la via, e quella dalla parte di Carnavonshire giugneva al livello delle arcate collaterali. Nel mese d'Ottobre fu cominciata l'armatura delle catena di attacco; verso la fine di quell'anno tutte le arcate erano serrate e le due piramidi si elevavano fino a 30 piedi sopra la strada. Nell'anno 1824, i lavori furono spinti con tanta celerità che nel Maggio 1825 la piramide dalla parte di Carnavonshire era finita. Dopo avere stese le catene di ritenzione, s'intraprese il collocamento di quelle di sospensione. Le prime furono stabilite su palchi fatti di pali e di ascialloni che li coprivano trasversalmente, e di tavole.

Prima che fossero collocati i primi catenoni di rannodamento sulle due piramidi fu proposto d' aprire fra queste ultime un ponte di servigio fatto con forti corde e tavole poste sopra le linee di esse per distendere le catene su questa comunicazione. Ma quest'idea fu abbandonata, certamente a cagione delle burrasche e della spaventevole elevazione sul mare, e perchè questo passaggio sarebbe stato troppo pericoloso. Si operò quindi nel modo seguente: posate le catene di ritenzione e di rannodamento, fu messo un puntone su questo stretto di mare ed allineato fra le due piramidi. Allora le catene di sospensione A, fig. 4, Tav. P, attaccate ai catenoni di rannodamento, furono calate nel puntone col mezzo di un falcone sarchiato, di funi e d'un palco sospeso stabilito sulla piramide dalla parte di Carnavonshire. Queste catene giunte sul puntone vi furono spiegate fino ad una certa distanza dalla parte inferiore della piramide opposta cioè da quella della parte d'Anglesey, fig. 3. Essendo il puntone molto agitato dalle onde, si posero ai suoi lati delle botti come galleggianti; ma questo mezzo non corrispose allo scopo, e si attaccarono in loro vece forti travi lungo i lati del puntone. Poscia furono tirate in alto la catena di sospensione fino innanzi alla piramide dalla parte di Anglesey. Per questa operazione si collocarono sopra ed allato di questa piramide un falcone sarchiato tenuto nella sua posizione dal cavo B, fig. 3, e fissato sull'argine, ed un cavalletto *a*, come pure una piattaforma. Per evitare la curvatura ed il rivolgimento di una tale catena, specialmente de' suoi primi catenoni *i*, *b*, fig. 3, vi fu posta sopra una trave *m* e legata con funi ai due ultimi catenoni. Quindi si attaccarono ai catenoni, col mezzo di un maschio *r r*, del diametro di pollici 4 1/2, attraversante il cilindro *h*, *h*, le taglie *d*, e mediante le corde *k* che attorniavano il cilindro ed i maschi *v*, *v* del diametro di 4 pollici; fanno parte dei quadri *u*, *u*. Le quattro carrucole agivano intorno ai maschi *t*, *t* del diametro di 2 pollici portati da due quadri di ferro. Sei corde univano queste otto carrucole alle altre sei *e e*. Ciascuna di queste quattordici carrucole avea 21 pollici di diametro, e linee 2 3/4 di spessore. Le funi avevano 5 pollici di circonferenza.

Volendo tirare le catene obbliquamente al puntone innanzi alla cassa delle selle, si armavano di funi tutte queste carrucole e si tiravano i due cavi *f*, *f*, di traimento legati a due grandi argani situati sull' argine e fissati col mezzo di pali piantati in esso. Volgendo queste macchine, i due cavi *f*, *f*, passavano sopra i due rulli *g*, *g*, fig. 3 e s' attortigliavano intorno ai cilindri di questi due argani. Le catene procedevano adunque dal puntone verso la cima della piramide. Una serie dei primi catenoni *i* sarebbe stata esposta ad una forza troppo grande, e perciò fu combinata una catena di ritenzione colle sei carrucole e taglia e, *e*, col mezzo di due quadri di barre di ferro,

attaccati ad un albero p, p, colle corde w, w, e questi quadri erano muniti di due cavicchie x, x attortigliate anch'esse di corde. La serie di catene di sospensione essendo pervenuta presso la sommità della piramide, si elevò alquanto ancora col mezzo del falcone sarchiato X, tirando la corda D col mezzo di un argano situato sulla strada. Nella fig. 5 veggonsi in e, b cinque catene e si dovrebbe quindi supporre che una seria di cinque catene fosse tirata in alto con una sola manovra di questa macchina; ma dalla fig. 10 Tav. XV dell'opera di Telford, da cui queste figure furono tolte, sembra che colla prima manovra non si sia tirata in alto che una sola catena. Arrivati i catenoni b, assai presso dei catenoni di rannodamento, si osservava se l'una e l'altra catena fosse alquanto troppo lunga o tropro breve. Piaotando nell'occhio oblungato A, fig. 4, uno o più birilli si abbreviava la catena e si applicava innanzi alla piramide invece di una catena ad occhio rotondo un'altra ad occhio oblungato. Finalmente fu eseguita l'unione di una serie di catene con una serie di catenoni di rannodamento, e tutte le ottanta catene di sospensione furono collocate dal 26 aprile al 9 Luglio 1825.

Stesa e collocata fra le due piramidi e sopra di esse una serie di cinque catene, si stabilì sovr'esse con tavole una specie di sentiero per poter attaccare i sospensorj a giovare alle manovre e lavori seguenti: Attaccati alla serie delle catene varj sospensorj si cominciò ad unire con queste ultime i compartimenti de' suoli di ferro di cui abbiamo parlato, e che portavano immediatamente il tavolato, fig. 4, Tav. S.

Il ponte di Menai fu aperto al Pubblico il 30 Gennajo 1826. Esso è composto di 4520 catenoni, che pesano più di 249900 chilogrammi. Il peso delle catene coi loro 5520 anelli, 1872 cavicchie a vite a dado di 3 pollici di diametro, e le 1332 cavicchie di pollici 1 1/4 di diametro che attaccano i 444 sospensorj, e le altre parti di queste catene, pesano 200304 chilogrammi. I cento undici suoli di ferro pesano 25400 chilogrammi ed i 444 sospensorj 7300 chilogrammi. Finalmente tutto il peso dei pezzi di ferro e di ghisa impiegati nelle catene, nelle opere sospese e nelle otto paja di rinforzi pesano 643 tonnellate, 15 quintali, 2 libbre e 7 once; vale a dire 654104 chilogrammi. Qual enorme peso di ferro e di ghisa! Hazledine fuse i pezzi di ferro; Rhodes diresse la posatura della catene.

Una terribile tempesta avvenuta nel Febbrajo o nel Marzo del 1826, sollevando la via del ponte infranse 50 suoli di ferro, una gran parte delle due balaustrate ad un numero di sospensorj, la qual rottura derivò, come pretende Telford dall'essere questi toccati dal tavolato. Per evitare in futuro tale accidente il suddetto ingegnere risolvette di aggiugnere molti rinforzi che avevano per iscopo una maggiore stabilità di tutto l'insieme di questo gigantesco monumento. 1.° I corpi delle catene di sospensione e di ritenzione furono uniti nel senso della larghezza del ponte, da quadri, ciascuno de' quali è formato con sei tubi di ghisa, e fra essi furono tesa barre di ferro a rombi, fig. 4, Tav. S. Ognuna delle due linee di tubi che hanno un diametro di 4 pollici è unita alle sue estremità col mezzo di parti piane fuse col tubo stesso. Queste parti piane sono trapassate da cavicchie che si attaccano a' catenoni e serrano i tubi contro le catene. Questo complesso di tubi offre un rannodamento perfetto. Due quadri sono sempre impiegati l'uno presso l'altro in modo che i tubi di un quadro si abbraccino col rango superiore ed il terzo delle catene; i tubi superiori del secondo quadro s' aggrappino al secondo ed i tubi inferiori al quarto rango di catene. In tal modo sono state

poste quattro paja di quadri nelle linee delle catene di sospensione e due paja da ciascuna parte di quelle di ritenzione. Questi sedici quadri di tubi e di rombi, pesanti 3864 chilogrammi circa, impediscono ai corpi delle catene di abbandonare la loro posizione. Con questa disposizione e coll' impiego delle picciole barre *a*, *b*, fig. 5 Tav. T, che sono situate fra i diversi ranghi di catene, tutte le linee di queste ricevono nello stesso momento le impressioni dei pesi che passano sul ponte e quelle dei venti impetuosi. — 2.° Due casse delle selle che prima di tale accidente erano isolate, furono unite fra loro colle barre di ghisa *a*, *b*, *c*, *d*, fig. 5 Tav. R, e si vedono questi tre ranghi di barre in *k*, *l*, *m*, *f*, fig. 6 Tav. Q. In questo modo le due casse di selle su ciascuna piramide hanno ricevuto maggiore stabilità. Nella fig. 2 Tav. R sono indicate in *i* le cavità in cui sono piantate queste barre. — 3.° La struttura della via del ponte fu fortificata con un' opera arcuata di ferro, e che nella larghezza del ponte consiste in due sollievi di ferro *a*, *b* fig. 4 Tav. S, sotto ciascun suolo, attraversante un ascialone pendente o monaco *c*, *d* attaccato ai suoli con cavicchie a vite e dado; questi sollievi hanno assai contribuito alla stabilità e resistenza di essi suoli, e con questi tre mezzi la solidità del ponte fu compiuta.

Notizie sul ponte sospeso gettato sul braccio di mare, detto di Conway.

Il ponte di Conway, che mette in comunicazione l' Inghilterra coll' Irlanda, fu cominciato il 3 Aprile 1822 e terminato nella state del 1826 da Provis dietro il progetto dell' ingegnere Telford. Esaminando la veduta di questo ponte rappresentata nella Tavola V, si vedono sopra una delle rive dello Stretto gli avanzi di un antichissimo castello e delle mura della città munite di torri rotonde sopra uno scoglio dirupato. Fra la maggior corrente e la riva opposta si trova un'isola e una seconda corrente mediocremente rapida e profonda. A levante di quest' isola pietrosa si stendono banchi di sabbia larghi circa mezzo miglio inglese. Sono essi del tutto coperti nell' alta marea, che talvolta s' innalza fino a 24 piedi; ma nel tempo del riflusso sono secchi, eccetto un picciolo canale.

Altre volte si attraversava questo braccio di mare in battello con molto pericolo. Un solido ponte fu dunque l'oggetto della più alta importanza per la comunicazione fra questi due paesi. Quando la costruzione del ponte di Menai era di già avanzata per l' attività del detto ingegnere, questi ricevette dal Parlamento la missione onorevole di dar principio a quello di Conway. Fu risoluto di congiugnere l' isola ad una delle rive con un argine lungo 2015 piedi, del quale la maggior base è 300 piedi. Il dorso di questa diga che è costrutto parte a pietre perdute parte in muratura, sta dalla parte del mare alla sua elevazione (54 piedi) come 1 a 3. La larghezza della cresta di questa diga è 30 piedi. S' innalza essa 13 piedi sulla più alta marea, e la sommità dell' argine è provveduta di muri collaterali formanti parapetto.

Per secondare il carattere della ruine dell' antico castello, Telford si decise di elevare a ciascuna estremità del ponte due torri rotonde terminate a merli. Queste quattro torri formano altrettanti sostegni pei due corpi di catene di sospensione. In questi edifizii si trovano le quattro casse di selle di ghisa che si muovono su cilindri di ferro. Tali casse elevate 25 piedi sopra l' area del ponte, sono formate come quelle del ponte

di Menai. Le linee più lunghe delle catene di ritenzione sorpassano un secondo sostegno le cui selle di catenoni di rannodamento fanno parte di una cassa di ghisa. La superficie di tutte le selle corrisponde alle direzioni di otto catene di sospensione ed a quelle delle catene di ritenzione; essa è dunque alquanto convessa. Tutte le otto catene di attacco hanno un carretto di piastre di barre di ghisa e di forti cavicchie di ferro. Pretendesi che rassomigli a quella del ponte di Bangor, e le piastre di fermaglio sono ritenute da aperture tagliate nella roccia.

L' apertura del ponte di Conway è di 327 piedi (315 di Francia); e la deflessione delle catene è piedi 22 1/2. Quest' ultima sta all' apertura della campata come 1 a 15. L' area del ponte s' innalza 15 piedi sopra la più alta marea; essa è alquanto convessa. Due strati di panconi posti sopra un suolo di ferro compongono la strada o la via del ponte. Ciascuna delle quattro torri porta quattro linee di catene poste una sull' altra ad un intervallo di 10 pollici, e distanti 14 piedi nel senso della larghezza del ponte, la quale è pure di 14 piedi. Le quattro linee di catene sono unite in ciascun corpo da regoli di ferro. Ogni catenone è stato formato di cinque barre; esso ha un' altezza di 3/4 di pollice e la larghezza di un pollice. Le otto catene portano alternativamente i sospensorj o tiranti, la sezione de' quali è un pollice quadrato. La loro parte inferiore è incastrata fra le due barre formanti un piano o suolo trasversale; gli scomparti o quadrature di tali suoli sono fortificate da opere arcuate di ferro come quelle del ponte di Menai per aumentare la stabilità della via, e fors' anche da quadri in tubi di ghisa da noi già menzionati. I parapetti di ferro sono alti 5 piedi.

Il mettere a filo le catene di sospensione sopra una così larga apertura è sempre accompagnato da grandi difficoltà. Da prima si fece condurre la zattera, di cui abbiamo parlato, innanzi ad Aberconway; ma la rapidità della corrente era tanto aumentata per la restrizione prodotta dalla diga arginata, che la zattera non poteva essere fissata con sicurezza. D' allora in poi Telford fece stendere forti canapi sull' alto delle torri fissandoli con un capo alle catene di ritenzione, che erano già stese sopra i palchi formati di pali verticali coperti di somieri o cappelli. I canapi furono stesi con argani e taglie. Collocate che furono parallelamente e sopra sei linee di canapi, delle tavole nel senso della larghezza, si fecero stendere su questo ponte di servigio quattro catene di sospensione e si collocarono nelle differenti linee determinate dal progetto. Accomodate le catene, ed attaccati i sospensorj, furono poscia levati i canapi e messi sotto il secondo ponte di servigio per ripetere questa manovra.

È osservabilissimo come il ponte di Conway che attraversa un braccio sì grande di mare non sia composto che di otto catene di sospensione, benchè l'apertura sia di 327 piedi, e la sezione di tutte queste catene non sorpassi 26 pollici quadrati, misura inglese.

Un paralello fra il numero dei corpi e delle linee di catene e fra la sezione generale di tutte queste catene dei due grandi ponti di Menai e di Conway è tanto più interessante in quanto che questi due monumenti sono stati eretti dallo stesso ingegnere. La sezione generale delle catene del primo ponte è $80 \times 3,25 = 260$ pollici quadrati e quella del secondo è $8 \times 3,25 = 26$ pollici quadrati. Le aperture di questi due ponti sono nella proporzione di 327 a 572,7; i numeri dei corpi di catene come 2 a 4; i numeri delle catene come 8 a 80: le larghezze di questi ponti come 14 a 28. Dietro questi confronti si potrebbe concludere che la sezione di tutte le catene del ponte di Menai sieno troppo

grandi a paragone di quelle del ponte di Conway, che nondimeno resiste a tutti i carichi che vi passano sopra ed all' impeto dei venti. Ma si deve osservare che il ponte di Menai esigeva l' enorme peso di 80 catene di sospensione per evitare la perigliosa ondulazione che potrebbe essere prodotta dall' attacco dei furiosi uragani che assai di frequente s' innalzano su questo stretto di mare. Una di tali burrasche ha distrutte molte parti esenziali di questo ponte, come si è notato: la via del ponte fu sollevata di qualche piede. Benchè si sia dopo fortificato questo corpo del ponte con un' opera arcuata e con altri mezzi, penso che sarebbe utilissimo aumentare il peso di questa via con un pavimento ancora e con un puntellamento di legname teso sott' essa e fra i suoli di ferro, e contro i travi d' appoggio, chiamati a croce di S. Andrea. Queste aggiunte, per nulla costose, aumenterebbero di molto la stabilità e la resistenza del ponte, e consiglio tutti gl' ingegneri d' impiegare sempre in tali costruzioni i suddetti puntellamenti, mentre l' esperienza mi ha convinto della loro utilità e gli ho adoperati in tutti i grandi ponti da me eretti, e le cui arcate sono costrutte di pezzi centinati. Queste arcate hanno l' apertura perfino di 220 piedi. Le catene non sarebbero troppo aggravate dal peso di un pavimento largo 4 piedi perchè resistono almeno ad un carico di $35 \times 80 = 2800$ tonnellate, che equivalgono ad 2844400 chilogrammi. Ogni piede quadrato adunque dell'area del ponte potrebbe essere sopraccaricato di 177 chilogrammi, carico che sorpassa molte volte il peso che avrebbe se anche tutta l' area del ponte fosse piena di uomini. Del pari i 444 sospensorj non possono essere troppo caricati dal pavimento, perchè resistono ad una tensione di $444 \times 11 = 4884$ tonnellate o 4962144 chilogrammi. Se nel calcolo si mettono 8 tonnellatte di resistenza per pollice quadrato (sezione di un sospensorio) ne risulta una tensione di $344 \times 8 = 2552$ tonnellate o 3608822 chilogrammi.

Notizie sul ponte sospeso gettato sul Tamigi al di sopra di Londra detto di Hammersmith, presso un villaggio di questo nome.

Il ponte di Hammersmith è stato eseguito negli anni 1825, 1826 e 1827 dall'ingegnere Thierney Clark e dal Capitano Brown costruttore del ponte di Tweed. L' apertura della campata di mezzo del ponte di Hammersmith è 400 piedi e 3 pollici inglesi (Tav. V, fig 1). A ciascun lato della prima s' innalzano due sostegni o piloni uniti da un'arcata che forma il passaggio. Questa muratura e quella delle due cosce, dello spessore di 38 piedi, sono posate sopra una palafitta. Queste masse sono di granito, di pietre calcaree durissime e di mattoni. Otto corpi di catene di sospensione passano sopra i quattro sostegni. Le catene sono distribuite da ciascun lato del ponte, nel modo seguente: due ranghi di sei catene sono situati all'insù ed altrettante al di sotto, fig. 5, e due ranghi di tre catene verso il mezzo del ponte, fig. 2, e ad una distanza di 2 piedi e 3 pollici dalle prime. Si contano adunque $2.12 + 2.6 = 36$ catene di sospensione, ed altrettante di ritenzione, che riposano sopra otto casse di selle posate sopra i quattro piloni in muratura. La parte inferiore di ciascuna di queste casse consiste in due piccioli quadri *g, h*, fig. 2 e 5 incatenacciati sopra una piastra di ghisa sepolta nella murazione. Due aste *f e* sono uniti coi piccioli quadri e servono di cuscini ai cilindri o curri *a b*, che sono del pari rinchiusi in un quadro formato da queste aste unite

con traverse. La figura 4 spiega questa disposizione. Sui cilindri 2, 4, 6, 8, figura 6, è situato il rango superiore di sei catene. Un simil quadro si trova ancora due volte sui due piloni pei due ranghi di tre catene ognuno. Ciascun cilindro, il cui asse si può muovere in un cuscino di metallo, ha un diametro di 12 pollici. I cilindri che portano le 24 catene hanno una lunghezza di 15 pollici, e quelli che sostengono la dodici catene, hanno 9 pollici di lunghezza. Gli assi di tutti questi cilindri sono situati in curvilinee, fig. 9, che corrispondono alla direzione delle catene di sospensione ed a quella delle catene di ritenzione. Tutto è coperto da un letto di murazione.

La via della travata di mezzo è sospesa a queste 36 catene, composte di catenoni lunghi 8 piedi e 9 1/2 pollici sopra 5 pollici di altezza ed 1 di spessore. La sezione è dunque di 5 pollici quadrati e la sezione generale di tutte le catene, di $5 \times 36 = 180$ pollici quadrati. Lo spessore delle catene di ritenzione è di 1 pollice e 1/2; così la sezione generale è di $7,5 \times 36 = 270$ pollici quadrati. I catenoni ad orecchia rotonda sono uniti uno all' altro con anelli, fig. 7, ciascun pajo de' quali è attraversato da due cavicchie del diametro di pollici 2 3/8 e munito da una parte d' una testa poligona e dall' altra d' una vite a dado. Ogni anello di rannodamento ha una lunghezza di pollici 15 1/2 e lo spessore di un pollice. Ciascun pajo di questi anelli ha un foro per ricevere una cavicchia di ferro del diametro di due pollici, a cui è attaccato il sospensorio, col mezzo di un anello *b*, attraversato da una seconda cavicchia *c*, fig. 7. Le catene dell' ordine superiore e sono situate nello stesso piano verticale dei ranghi inferiori *d*, fig. 5, e fig. 7; questa è la ragione per cui i sospensorj *f*, fig. 7, attaccati alle prime linee di catene non potevano essere sospesi verticalmente, quando non si fossero attaccati agli anelli, fig. 5, Tav. R. e fig. 7, Tav. V; due regoli *f*, *g* fig. 5, Tav. R che lasciano un intervallo per cui attraversa una linea di catene; sotto questa linea due regoli sono trapassati da una cavicchia *h l*, onde sostengono la parte inferiore *m* d' un sospensorio.

L' area del ponte ha una larghezza di piedi 33 1/2, dei quali 21 1/2 sono destinati alla via delle vetture, e 6 a ciascun lato per un marciapiede. La deflessione o il seno verso delle catene della travata di mezzo sta a tutta l'apertura come 1 a 20.

Le catene di ritenzione servono a metà della loro lunghezza come catene di sospensione, ed a metà come portanti il corpo o la via del ponte, la qual disposizione è finora sconosciuta, ed è rappresentata dalla fig. 1, Tavola V. Per eseguire questa ultima costruzione, si è messo sopra le catene *a*, *a* figure 4 a 5, Tav. R (rappresentate al rovescio, onde bisogna capovolgere la tavola) una specie di cassone di ghisa *b b*, trapassato da una cavicchia e che lega un pezzo di ghisa *d* che inchiava il suolo trasversale *f* col mezzo di due morse a a fuse con questo pezzo. Su questi suoli di quercia è situato il tavolato *h* il cui primo strato di tavoloni è coperto di un feltro inzuppato di catrame e di pece. Sotto l' area del ponte, cioè sotto i suoli, sono tesi de' puntelli che s'incrociano e sembrano di ferro; si attaccano essi ai suoli trasversali col mezzo d' impiagature.

Per dare maggiore stabilità alla via del ponte, mentre ci passano le vetture, si è elevata a ciascun lato un' opera ad ascialloni verticali *a* fig. 8, Tav. V, di ghisa con gambe di forza *b*. In questa figura si rappresenta con *e*, *e*, *c*, la parte inferiore dei sospensori; e in qual modo attraversano i suoli trasversali *d*, *d*. Le catene d' attacco *c*, *d*

fig. 3, sono ritenute dalla piastra di fermaglio in ghisa *a b*, nella quale sono incastrate le grosse cavicchie *g*, *h* col mezzo di cuscinetti *e*, *f*. Queste cavicchie, del diametro ognuna di 6 pollici, sono adunque ritenute da due grandi piastre di fermaglio, la larghezza delle quali sorpassa quella di tutte le catene d' attacco che sono situate in una galleria a volta in ciascuna coscia.

Le linee delle catene di sospensione del ponte di Hammersmith furono messe a sito sopra canapi tesi fra i due sostegni. A tale effetto s'impiegavano due argani situati e fissati sulla riva. Il canape fu dapprima unito ad un catenone di rannodamento sopra i detti cilindri e tenuto dalle catene di ritenzione. Situate le catene e attaccati ad esse i sospensorj, col mezzo di questa specie di ponte di servigio, fatto dai canapi e da uno strato di tavole, si distrusse questa specie d' impalcatura. Ogni catenone fu sperimentato prima che fosse impiegato. Questo ponte si pretende che abbia costato 80000 lire sterline, corrispondenti presso a poco a 900000 fiorini di nostra moneta (di Baviera).

Notizie sui tre ponti sospesi costrutti a Pietroburgo, sotto la direzione di S. A. R. il Duca Alessandro di Wurtemberg, dal Generale de Traitteur.

Osserveremo tre dei ponti costrutti a Pietroburgo, approfittando delle nozioni che S. A. R. il Duca di Wurtemberg ebbe l'estrema compiacenza di donarmi, e di quelle che si trovano nell'annuario del corpo degl' ingegneri delle vie di comunicazione dell' Impero russo, e finalmente delle cognizioni comunicatemi dalla bontà di M. de Traitteur.

Il Ponte Egizio, Tav. X, fig. 1, destinato al passaggio delle vetture e dei pedoni, fu cominciato nel 1825 e terminato il 22 Agosto 1826. La sua larghezza è piedi 35 inglesi, ed è gettato sopra la Footanka. Tre corpi di catene di sospensione, ciascuno di due linee, toccano immediatamente il mezzo della via del ponte. La deflessione e senoverso di queste catenarie è $\frac{1}{10}$ dell' apertura del ponte, che è 180 piedi, intendendo sempre per apertura la distanza fra i due punti ove le catene di sospensione si rannodano a quelle di ritenzione. Le catene poggiano sopra sei colonne egizie, tre ad ogni estremità del ponte. Ciascun rango di tre colonne è tenuto verticalmente dalle gambe di ghisa. Una trabeazione egizia unisce queste ultime e la copertura delle colonne, contenente ciascuna tre carri o casse, fig. 2 e 5, trapassate da una cavicchia di ferro *a*, fig. 2, che io chiamo cavicchia di rannodamento, perchè forma il punto di congiunzione delle due linee delle catene di sospensione con quelle delle catene di ritenzione. Questo carretto è mobile su tre cilindri *c*, *e*, *c* fig. 5, i cui assi sono uniti da due barre, una delle quali si vede in *d e*, che legano questi cilindri col mezzo de'loro assi, e non hanno altro scopo che di tenere i cilindri a distanze eguali. Una forte piastra unisce, da ciascuna parte del ponte, i capitelli delle tre colonne ed i contrafforti; serve essa di base ai tre carretti mobili e compone una specie di architrave. Tutto ciò è di ghisa, e l' esterno è decorato in stile egizio. L' interno dei contrafforti è pieno di muratura per dare maggiore stabilità a tutti questi sostegni delle catene. Di più le cornici egizie servono a guarentire le casse mobili dall' azione dell' atmosfera. Foglie di banda coprono questi due portici egizj, da' quali i principali ornamenti sono dorati a fuoco, e tutte le parti di ghisa ricoperte d' una vernice a bronzo antico.

La sezione d'una catena di sospensione del ponte egizio è di 4 pollici quadrati, sicchè la sezione di tutte queste catene non è che $4 \times 6 = 24$ pollici quadrati, misura inglese. Gli anelli hanno una lunghezza di 5 a 7 piedi e 4 pollici di altezza. Le catene di ritenzione e di attacco di una sezione di 7 pollici quadrati si prolungano secondo una inclinazione e linea retta nella muratura delle due sponde in granito, fondate ed erette con tutta cura. La sua piastra di fermaglio, lunga circa 4 piedi sopra 3 in 5 pollici di spessore, è di ghisa a trattenuta da tale murazione. La parte di catene rinchiusa nella massa di granito è investita di un tubo di ghise il cui vuoto fu riempito da una mistura di cera a catrame per preservare il ferro dall'umidità e dalla ruggine. Vediamo cha la grossezza della seziona di tutte le sei catene d'attacco è di 42 pollici quadrati, quindi 18 pollici più grande di quella delle catene di sospensione; a tale disposizione merita d'essere imitata per aumentare la resistenza delle prime; e fu applicata anche da Telford ai ponti di Menai e di Conway. Ma ciò che ha gran merito nella costruziona del ponte egizio di Pietroburgo, è specialmente la congiunzione delle catene, fig. 3, tav. X. I membri della catene sono composti di anelli, e si sono evitati gli anelli applicati nel modo comune. Una linea di anelli *a*, fig. 2, è attaccata all'altra con una cavicchia di ferro *n*. Siccome le due linee di catene *a* e *b* sono poste una presso l'altra, le due cavicchie quasi si toccano. Fra due linee di catena è attaccato il sospensòrio *k*, che sorpassa colla sua testa una piastra di ghisa *h l i m*, che ricopre tutto il rannodamento degli anelli di due linee di catene. La parte superiore d'un sospensorio si muove in un emisfero, fig. 3, incavato in questa piastra, la quale ha un foro rotondo, quasi del diametro del sospensorio che è fissato col mezzo di una vite a dado formante la sua testa, e con cui si può regolare la lunghezza dei sospensorj. Ciascuno di questi ultimi termina al basso con una inforcatura che rinchiude i suoli longitudinali in ferro alti pollici 3 sopra uno di spessore. Regolata la lunghezza del sospensorio, il suolo è intromesso nell'inforcatura, a ritenuto da una chiava passante nelle due braccia delle forchetta.

Tre ranghi de' suoli suddetti portano travi passati trasversalmenta a distanti 5 piedi da un mezzo all'altro. I suoli si adattano immediatamente alle estremità dei sospensorj, e i travi oltrepassando i due ranghi esterni di sospensorj hanno la lunghezza necessaria ai marciapiedi (che pure sono alti fuori di questi ranghi), alle balaustrate ed alla parte del ponte destinata per le vetture. Le balaustrate sono isolate da tutti i corpi di catene, perchè i marciapiedi sono collocati fuori della due linea esterne dei sospensorj: distribuzione che merita tutta l'approvazione; perocchè in tal modo i carichi passanti sul ponte sono assai convenevolmente distribuiti. Sopra le travi, la cui teste sono coperte ad ogni parte del ponte da una forta cornice di legno, posano due ranghi di tavoloni il primo de'quali, fu impeciato e incatramato perchè l'umidità non s'insinuasse nel corpo del legname. L'area del ponte, ove serve al carreggio, è formata da sei rotaja di quercie inchiodata fortemente sui travi e sul tavolato per guarentire i sospensorj dall'urto delle vetture, e per aumentare la stabilità del legname della via del ponte, che è anche molto ingrandita, perchè le due estremità di questo tavolato sono impostate in incavature tagliate nel granito della sponda. Il corpo del ponte fa un arco la cui freccia sta all'apertura come 1 a 30. Otto grossi termini di ghisa situati ove la catene di ritenzione escono dalla fondazione, preservano queste ultime dall'urto delle ruote.

Il ponte egizio di Pietroburgo non è costato che 180000 rubli (90000 fiorini, circa 100000 franchi) comprese le cosce e le sponde in granito, i bei portici di ghisa, gli ornamenti dorati e le quattro sfingi di ghisa che sono di un gran merito. Non si fanno esse osservar meno per l'eleganza delle forme che per la finitezza dell'esecuzione, e poggiano su piedestalli dello stesso metallo e sono fusi in un getto solo. L'utilità di questo ponte è grande, e se ne ha una prova dell'essersi erette quasi per incanto venti case di pietra nei dintorni di esso nella breve durata dei lavori, e dopo, il numero aumentò ancora.

Notizie sul ponte sospeso, gettato sul canale di Caterina, detto dei Quattro Leoni.

Questo ponte, fig. 2, tav. Y, destinato ai pedoni, fu cominciato nel Giugno 1825 e compiuto nell'Agosto 1826, e l'apertura di esso è piedi 77 inglesi. La saetta inversa della catenaria è 5 piedi; e il tavolato 7 piedi di larghezza. Due sole catene rotonde, una per parte, del diametro di pollici 1,896, sostengono il corpo del ponte; escono esse dalla gola di quattro leoni di ferro fuso, ciascuno in due pezzi sottilissimi, formanti la spoglia di questo animale, la sua testa e le sue gambe. L'interno di ogni leone è formato in parte da un quadrante di ghisa, simile a quello del ponte della Posta sulla Moika. Questo quadrante costituisce il sostegno della catenaria. Per darne un'idea al lettore, ho fatto punteggiare nella veduta del ponte stesso, fig. 2, uno dei quadranti colle sue gambe di forza, e il pezzo verticale che sostiene immediatamente il punto di rannodamento di una catena di sospensione con quella di ritenzione. Queste linee punteggiate indicano presso a poco questo quadrante e le sue parti, di cui il pezzo verticale passerà per la gamba del leone, e quindi per la cassa che forma il piedestallo che sarà unito con gran piastra di ghisa, formante, a parer mio, il coperchio di detta cassa. La catena di ritenzione, del diametro di pollici 2,29, sarà collocata o in un' incavatura di questo segmento di cerchio o entro parti fuse con questo pezzo curvo. Il sedimento di questa catena è probabilmente formato con una lamine di piombo, nel luogo cioè ove esercita una pressione sul quadrante. La catene d'attacco attraversa forse la cassa sulla quale si troverà la piastra A di fermaglio, chiusa nella muratura di granito. Dal punto in cui la catena di ritenzione abbandona i leoni per entrare nella cassa, va in un tubo di ghisa i cui interstizj sono empiti di cera e di catrame. Per aumentare il peso e la resistenza del piedestallo si è empiuta questa cassa con una murazione.

La fusione delle due metà esterne di ciascuno dei quattro leoni, le quali coprono il quadrante, era, secondo l'annuario citato, un'operazione per sè stessa difficile, ma tanto più complicata nel caso presente, in quanto che fu d'uopo adattare queste due metà colla maggiore esattezza e saldarle insieme. Malgrado la difficoltà, quest' operazione è stata eseguita con tal cura, che è difficile rimarcare la linea di congiunzione.

Le catene di sospensione sono composte di anelli di 5 a 7 piedi di lunghezza. Gli orecchini, fig. 6, tav. X, sono formati di due maglie ovali; questi e le orecchie dei due anelli sono infilate da due cavicchie. Nel mezzo di questa congiunzione delle catene è attaccato il sospensorio munito di una testa che posa sui due orecchioni. Il diametro di un sospensorio non è che 5/8 di pollice; esso è del pari rotondo. Le dette catene si avvicinano, secondo l'annuario, sei pollici al tavolato nel mezzo della curva;

il che lascie la fecilità di rimontarla in ogni tempo quando lo esigono le circostanze. Questa disposizione era indispensabile alla navigazione, acciocchè le barche le quali passano ora sotto i ponti di Voznecensky e di Harlamoff potessero anche passare collo stesso carico sotto il ponte dei quattro leoni. Questa è la ragione per cui si dovette dare alla vie del ponte une forte curvatura che sarà $\frac{1}{18}$ dell'apertura fra le due rive, che è di 70 piedi. Le estremità del tavolato sono innestate nella murazione di granito, specialmente i due travi che coprono i due fianchi del tavolato che sono visibilmente curvati. Fra le travi trasversali sono applicati dei puntelli incrociati, e il palco è formato con due strati di tavoloni e inchiodato fino alle travi. Le balaustrate sono separate dal corpo delle catene; esse formano un insieme elegante coi pali delle lanterne a riverberi parabolici, situati sul mezzo del poote e sopra le balaustrate. La località non permise di elevare la via del ponte sul livello dell'inondazione del 7 Novembre 1824; si è quindi disposto sovr'essa un carico di 650 chilogrammi perchè in caso di una nuova inondazione non potesse essere sollevata.

Traitteur valuta il termine medio delle persone che passano quotidiamamente su questo ponte e quattromila, e nei giorni di spettacoli, l'affluenza dei passeggieri dev'essere anche più considerevole.

Notizie sul ponte dei quattro Grifoni gettato sul Canale di Caterina

Questo ponte sospeso, fig. 1, tav. Y, destinato all'uso dei pedoni non differisce da quello dei quattro leoni che negli ornamenti. Il corpo di ogni grifone è fuso in due pezzi come i lioni del ponte suddescritto, e nell'interno hanno lo stesso quadrante di ghisa che forma il sostegno. Fu cominciato nel 1825 ed aperto nel 1826. L'apertura di esso è piedi 70 1/2; l'apertura fra i due punti di rannodamento è piedi 77, e la freccia delle due catene di sospensione sta all'apertura come 1 a 13. Queste catene rotonde fanno pollici 1,556 di diametro; sono tesi e distanze di 5 ai 7 piedi. La larghezza del tavolato è di 7 piedi. Il rannodamento delle catene è lo stesso che nel ponte de' quattro leoni.

I piedestalli di ghisa su cui poggiano i grifooi, dice l'annuario, sono pezzi di gran merito, essendo fusi in un getto solo. Ma independentemente da questa considerazione bisogna rimarcare ancora che sono di maggior utile per la solidità; servono essi di base ai sostegni e di rivestimento ai contrappesi di murazione, di cui aumentano il carico ed ai quali danno una forma elegante e piacevole all'occhio. Questi grandi pezzi di ghisa hanno ciascuno un volume di 104 piedi cubici, cioè piedi 8 1/2 di lunghezza, 3 1/2 di altezza e 3 1/2 di larghezza. L'elevazione dei punti d'appoggio sulle faccie superiori dei piedestalli è piedi 6 1/2. Ciascuno di questi prismi pesa 112 pouds, ossia 4480 libbre russe, e 1823, 36 chilogrammi.

Finalmente osserveremo che Traitteur non prese nel calcolo del progetto di questi tre ponti che 8 tonnellate per ogni pollice quadrato del ferro, e che tutte le parti di ferro e di ghisa, come i lioni, i grifoni ed i piedestalli sono usciti dalle officine di Baird, fonditore espertissimo, a cui queste opere fanno tanto onore quanto la modicità del prezzo pel quale le ha fornite.

Si presentano immediatamente all'ingegnere varj miglioramenti di costruzione in questi due ponti, quando conosce quella del ponte di Pantaleimon e della Posta e quella degli altri tre ponti eretti a Pietroburgo de' quali si tratta in questa Memoria. 1.° Il

rannodamento delle catene nel ponte egizio è oltremodo semplice e fa risparmiare gli anelli e almeno la metà delle cavicchie. — 2.° La divisione delle catene in più ranghi, due linee de' quali nei grandi ponti non fanno che un sol corpo, è una disposizione essenziale tanto per la stabilità del corpo del ponte, quanto per la resistenza delle catene di sospensione e per la divisione del peso che è portato da queste catene. — 3.° La grandezza della saetta che si è data alla via in tutti questi ponti è utile per aumentare la stabilità della via e per diminuire l'effetto pernicioso che potrebbe avvenire quando le catene di un'area quasi orizzontale avessero ad abbassarsi. — 4.° Le catene di sospensione sono state poste in modo che il mezzo di esse si avvicina più che sia possibile alla curva del tavolato. Con questo mezzo si sono diminuite le oscillazioni nel corpo del ponte o nella via — 5.° In quanto ai piccioli ponti di 70 ad 80 piedi d'apertura, si sono incastrate le travi curvate che coprono il tavolato, nella murazione delle cosce. Questo mezzo, unitamente ai puntelli messi sotto il tavolato ha fortificato il corpo dei ponti dei quattro lioni e de' quattro grifoni, in tal modo che le catene sostengono molto meno di quello che se tali strutture si fossero omesse. Traitteur tentò pure di dare alla via del ponte tutta la possibile stabilità, perocchè l'abbassamento di una parte dell'area del ponte produrrebbe l'innalzamento dell'altra. Da ciò risulterebbe un movimento nei sospensorj e nella catenaria, che aumenterebbe per parte sua la vibrazione della via del ponte. Ecco le osservazioni che per tale oggetto si trovano nel detto annuario: « Quando il tavolato non forma che una massa sola, il minimo urto, la più piccola scossa, si comunica a tutto il sistema di legname e si ripartisce egualmente su tutti i punti, e rende nullo qualunque movimento accidentale. » Tutto ciò ed i furiosi uragani che investono le catene e la via del ponte di Menai, mi decisero a proporre un pavimento sul marciapiede di questo ponte e l'impiego dei puntelli sotto il tavolato di esso. — 6.° Il sistema di rivestire le catene di ritenzione e d'attacco applicato a questi tre ponti è una miglioria nel caso che un corpo di catene non consista che in due o tre catene, e quando l'origine di esse non può essere situata che in un terreno estremamente umido od anche nell'acqua, o se non si possa di tempo in tempo esaminare lo stato di questa parte di catene. Nondimeno non s'impiegherà questo mezzo che in caso di bisogno, perchè la parte delle catene d'attacco, così rinchiusa in un tubo, perderà la sua elasticità. — 7.° L'isolamento delle balaustrate da tutti i sospensorj sarà doppiamente utile ove dominano le burrasche, perchè il movimento del tavolato non può essere tanto forte quando quello delle balaustrate non influisce sulla vibrazione delle catene. — La posizione dei due marciapiedi del ponte egizio fuori dei due ranghi esteriori de' sospensorj ripartisce il peso passeggero a ciascun lato d'un corpo esteriore di catene, il che solleva i corpi o il corpo di mezzo di esse.

Traitteur proponendo questi ultimi tre ponti prese per resistenza del ferro, senz'allungarsi, 8 tonnellate (8128 chilogrammi) ogni pollice quadrato, misura inglese; benchè avesse determinato questa resistenza a 12 tonnellate nel suo calcolo relativo ai ponti di Pantaleimon e della Posta; e sebbene il ferro di tessitura granosa, di natura aspra e fragile, resiste dietro i saggi fatti da questo ingegnere, ad un carico di 14 tonnellate (14224 chilogrammi) senz'allungarsi, mentre i migliori ferri di Russia, teneri, che presentano la maggior sicurezza in questo genere di costruzioni, s'allungano già sotto un peso di 11 tonnellate ogni pollice quadrato.

Quest'ingegnere ebbe la bontà di comunicarmi i risultati del suo calcolo sui ponti de' quattro lioni e dei quattro grifoni e sul ponte egizio. Sono essi interessanti in modo che ne faccio inserire il quadro in questa Memoria, nel quale aggiungo i risultati che si trovano nell'opera di Traitteur sui ponti di Pantaleimon e della Posta, avendo ridotti i *pouds* in chilogrammi; ritenendo che un poud russo è 40 libbre o 16,26 chilogrammi.

Numero delle linee di catene di sospensione	Peso permanente, cioè delle catene, dei sospensorj e della via del ponte	Peso passeggero prendendo tre piedi quadrati per un uomo a 55,04 chilog.	Peso totale	Massima tensione delle catene di sospensione con cui possono resistere senz'allungarsi	Tensione di queste catene sui sostegni	Tensione delle catene di ritenzione con cui esse possono resistere	Forza verticale sui sostegni	Peso che deve avere ciascuna coscia secondo il calcolo	Peso del massiccio che gravita sulle piastre di fermaglio	Nell'ipotesi di 8 tonnellate per ogni pollice quadrato inglese: Per la sezione delle catene di sospensione	Pel diametro di esse	Per la sezione dei sospensorj	Pel diametro di ogni catena	Il diametro dà in effetto	Per la sezione delle catene di ritenzione	Il diametro d'una di queste catene è
	In chilogrammi				*In chilogrammi*					*pol. q.*	*poll.*	*pol. q.*	*poll.*	*poll.*	*pol. q.*	*poll.*
2 a)	9496	12183	21679	46234	44400	66658	60416	113088	66658	5,644	1,896	2,574	0,36	5/8	8,266	2,206
2 b)	8488	11242	19730	30812	28981	40490	38572	97568	40490	3,775	1,550	5,380	0,34	5/8	5,020	1,786
10 c)	81397	93983	175380	252188	319382	235817	299982	252188	235817	13,12						2,000
6 d)	105690	117072	222762	*Questi fatti mancano*												
4 e)	8780	18146	26926	58771	78059	86422			86422					5/8	7,08	2,000

Nel calcolo sui ponti di Pantaleimon e della Posta sono ammesse 12 tonnellate ogni pollice quadrato. Pei sospensorj del ponte di Pantaleimon si prende una sezione di 13,12 pollici quadrati inglesi, mentre ne presentano una di pollici quadrati 106,65. Quest'eccesso vi è stato dato per aver riguardo alle scosse risultanti dal passaggio delle vetture. Secondo il calcolo, le catene di sospensione dovrebbero avere una sezione di 20,55 pollici quadrati, ma esse hanno una sezione di pollici 27,58. Ammettendo soltanto 8 tonnellate per pollice quadrato si avrebbero 31 pollici quadrati. Nondimeno i catenoni hanno resistito ad ogni avvenimento. Io credo che si possa essere sicuri prendendo la resistenza di un ferro buono di 11 tonnellate come ha fatto Telford, ogni pollice quadrato inglese, cioè che il ferro non si allunga per tale tensione. La maggior sicurezza risulterebbe dall'ammettere 10 tonnellate o 10160 chilogrammi ogni pollice quadrato di sezione d'una catena o di un sospensorio.

I cinque ponti sospesi eretti a Pietroburgo, le chiuse ed altri lavori importanti sul canale di *Ladoga*, il grande serbatojo di *Zavodsk* e *Vychni-Volotschok*, le chiuse sulla *Tvertsa* e sulla *Msta*, il canale di *Tikhvine*, quello di *Marie*, quello di *Alessandro di Wurtemberg*, quello di *Svire* e di *Siass*, quello di *Vindau* e d'*Oguinsky*, quello della *Berezina*; i lavori pel miglioramento dello stato navigabile dei fiumi; della *Soukhona*, della *Dvina*, del *Volga*, dell'*Oka*, dello *Moskva*, della *Tsna*; l'acquidotto di Mosca; la nuova comunicazione tra il *Volga* e la *Moskva*; il porto di *Libau*; la fondazione del forte *Cometa*; il miglioramento della *Dvina occidentale* alle cateratte di *Kokenhousen*;

a) Ponte dei quattro lioni. *b*) dei quattro Grifoni. *c*) del Pantaleimon. *d*) Egizio. *e*) della Posta.

i ponti ad arcate formati di centine a curve, i ponti di pietra e di ghisa, a *Novgorod*, a *Narva*, a *Lubani*; quello di *Babina*, di *Tosna*, di *Volkhocetz*, come pure un gran numero di ponti eretti sui fiumi e sui canali; la novella strada fra Pietroburgo e Mosca, e quella fra *Valdai* e *Torjok*, e finalmente molti altri lavori eseguiti con buon successo sotto la direzione del duca Alessandro di Wurtemberg sono prove convincenti che questo grande amministratore ha l'arte di scegliere i talenti e le cognizioni degl'ingegneri. Questo principe non risplende soltanto per opere isolate, ma estese con eguale favore i suoi sguardi al perfezionamento delle vie di comunicazione, e con tale andamento ha prodotto il ben essere in ogni classe della società. Egli ha creato il corpo degli ingegneri delle Strade e dei Ponti, la scuola d'istruzione per gl'intraprenditori e pei capi operaj, ha migliorato quella degl'ingegneri che aspiravano a servire in questo corpo ov'egli non ha messo disegnatori e faccendieri di prima classe, privi di cognizioni reali e calunniatori degli uomini di merito. Questo principe ha messo la direzione Generale dei lavori pubblici sulla via de' perfezionamenti tanto nella gestione come nell'esecuzione delle imprese che sono di una utilità superiore. Tutti questi lavori di eminente utilità, alcuni de' quali sono stati da noi indicati, sono stati eseguiti senz'applicarvi servitù, con piccole somme. Pagando tutti i materiali, tutte le manualità ed il carreggio ec., in danaro; il dipartimento delle vie di comunicazione non spese ancora annualmente in tutto l'Impero di Russia, il quadruplo di quello che il Regno di Baviera ha speso all'anno, negli ultimi tempi, pe' suoi lavori pubblici. Con una somma sì piccola per uno Stato così vasto fu anche salariato il corpo degl'ingegneri, pagati i loro lunghi viaggi e le loro commissioni, relative alla formazione delle carte idrotecniche, dei progetti fondati su ricerche locali, fra gli oltri di quelli per la congiunzione del Volga col Don, per la determinazione di una linea telegrafica fra le due capitali; pel miglioramento delle cateratte di *Jampol* sul *Dniestre*, per la comunicazione fra il *Cyrus* ed il *Phase* ec., Finalmente con questa somma si è pagata la costruzione dei grandi edifici destinati alla scuola degl'intraprenditori e dei capi operaj, eseguita in Pietroburgo, ed alla manutenzione delle scuole per gl'ingegneri e pei capi operaj.

Sua Maestà l'Imperatore ha sovente riconosciuto l'infaticabile premura del duca Alessandro di Wurtemberg, in tutto ciò che può ingrandire l'industria nazionale dell'Impero di Russia. È noto il favore che questo monarca ha sempre accordato alle grandi ed utili imprese; un solo fatto basterà per convincere di quanto asserisco. L'imperatore in un rescritto del 20 Decembre 1829, diretto al duca, si espresse in tal modo: « Il rendiconto dell'Agenzia Generale delle vie di comunicazione, ch'io ricevetti da Vostra Altezza Reale, contiene i dettagli più soddisfacenti sulle operazioni e sui lavori di quest'agenzia in tutti i rami che la compongono. Io veggio con ispeciale riconoscenza, che dietro le disposizioni di V. A. i lavori considerevoli a cui costrinse lo stabilimento delle comunicazioni nuovamente intraprese per terra e per acqua, sono stati eseguiti nel corso di quest'anno con tutto il successo desiderabile. Si sono operati importanti miglioramenti nel sistema delle comunicazioni esistenti, togliendo gli ostacoli naturali che ineagliarono finora la libera navigazione di alcuni fiumi. In pari tempo diverse ricerche atte ad aprire nuove vie all'industria nazionale ed a perfezionare le varie istituzioni che dipendono dall'Agenzia generale, sono state praticate con quell'attenzione illuminata e scrupolosa esattezza che distinguono tutte le operazioni e tutte le intraprese di V. A. R.

nella parte a Lei confidata, ed io adempio ad un dovere assai per me aggradevole, testificando a V. A. R. la mia completa riconoscenza pei lavori infaticabili, per la sollecitudine e premura ch' Ella non cessa di consacrare al bene dell' Impero, assicurandola d' altronde della mia costante considerazione. »

Questa lettera è una prova eminente che l' Imperatore Nicolò cammina sulle orme di Pietro il Grande e d' Alessandro, apprezzando così grandemente i lavori pubblici della maggiore utilità per la felicità del popolo e per la gloria dell' Impero e pel ben essere di tante nazioni sottomesse al governo di questo monarca. È dunque a prevedersi un aumento di fondi nell' Amministrazione dei lavori pubblici appena le circostanze lo permetteranno. E il miglioramento delle comunicazioni in sì vasto Impero, le opere per salvar Pietroburgo dalle inondazioni, le correzioni dei fiumi per migliorarne lo stato navigabile, e per diseccare le grandi paludi, esigeranno ancora de' grandi mezzi.

CONCHIUSIONE DI QUESTA MEMORIA

Un'esposizione generale delle parti essenziali di tutti i ponti sospesi a catene di ferro, i più interessanti fatti in Europa fino all'anno 1832, dev'essere di grande interesse per gl'ingegneri e tutti coloro che amano istruirsi. Ho dunque raccolti quanti materiali ho potuto procurarmi, ed ho fatte replicate ricerche per essere sicuro del quadro seguente. I ponti più grandi e più interessanti sono stati eseguiti in Inghilterra ed in Russia, e benchè il ponte in faccia agl'Invalidi a Parigi non sia del tutto riuscito, è compreso in questo quadro, perchè il progettante di esso, Sig. Navier è riconosciuto come ingegnere dottissimo. In quanto ai ponti di Pietroburgo sono informato che gl'ingegneri russi adoprano oltre la misura russa, anche l'inglese, e che Traitteur ha adottato nell'opera sul ponte di Pantaleimon il piede inglese e non quello di Francia. Chi possiede la mia opera sull'Architettura civile riguarderà adunque questo quadro come il risultato di tutte le mie ricerche.

Ponti disposti secondo l'epoca in cui furono cominciati. Sono essi quasi tutti descritti nel tomo VII della mia Architettura civile e in questa Memoria. Gli * indicano che le date sono ignote all'autore	Il mezzo dei due sostegni è distante uno dall'altro	La saetta inversa della catenaria è	Questa saetta sta in rapporto colla distanza dei due punti di rannodamento, le catene di sospensione con quelle di ritenzione	Numero delle linee di catene di sospensione	Numero di queste catene che compongono un corpo	Numero dei sospensori in una sezione trasversale del ponte	Numero delle linee di catene situate una sull'altra ed a piccioli intervalli	Catenoni di sospensione, detti anche anelli o maglie, compresivi gli anelli stessi: Lunghezza media	Catenoni di sospensione: Altezza	Catenoni di sospensione: Spessore	Lunghezza degli anelli d'unione o di rannodamento	Catenoni di ritenzione e di fermaglio (Di una sezione): Altezza	Catenoni di ritenzione e di fermaglio (Di una sezione): Spessore	Sospensorj (Di una sezione): Altezza	Sospensorj (Di una sezione): Spessore	Catene d'imbrigliamento o catene di rovescio: Altezza	Catene d'imbrigliamento o catene di rovescio: Spessore	Numero dei catenoni in ciascuna linea di catene di sospensione	Larghezza dell'area del ponte e della via	Apertura del ponte fra le due sponde o rive	Numero dei sospensori in tutta la costruzione	Superficie del tavolato in metri quadrati	Ciascuno sospensorio porta metri quadrati del tavolato
Misura inglese	*piedi*	*piedi*	1 a					*piedi*	*pollici*			*pollici*		*pollici inglesi*					*piedi*	*piedi*		*metri quadr.*	
P. di Dryburg per i pedoni (in Inghilterra)	277	22 1/2	12,39	4	2	2	2	9 3/4	1 1/2	(a)	9	1	1	1/2	1/2	Senza catene d'imbrigliamento		incognito	12	240	40	225	4,52
P. sul Tweed (in Inghilterra)	426	25	17	12	6	2	3	14	2	2	12	2	2	1 1/5	1 1/5			36	21	360	146	715	4,90
P. fuso in Inghilterra per l'isola Borbone	131	6 3/10	20	6	2	3	2	7 1/2	1 4/12	(a)	2	1 4/12	1 4/12	1 1/2	1 1/2	1 1/8	1 1/10	26	20	118	75	216	2,88
P. sullo Stretto di Menai (in Inghilterra)	572 7/10	40	14,32	80	22	4	4	12	3 1/4	1	18	4	1 1/2	1	1			57	28	550	444	1336	3,00
P. di Conway (in Inghilterra)	327	22 1/3	15	8	4	2	2	12	3 1/4	1	19	4	1 1/2	1	1			41	14	317	160	393	2,45
P. di Hammersmith (in Inghilterra)	400	21	20	36	9	4	2	8 9/12	5	1	15 1/2	5	1 1/2	1	1			46	33 1/2	400	756	1030	2,890
P. della posta pei pedoni (a Pietroburgo)	115	6 7/12	17,4	4	2	2	0	5 9/12	1 3/8	1 3/8	3	1 3/8	1 3/8	5/8	5/8			19	12	112	36	111,3	3,210
P. di Pantaleimon (a Pietroburgo)	133	13,99	9,51	12	2	5	2	4 6/12	1 7/8	1 7/8	2	2	2	1	1			28	42	119	135	429	3,170
P. dei quattro lioni pei pedoni (a Pietroburgo)	77	5	15	2	1	2	2	6	1,896	1,896	6	2,229	2,229	5/8	5/8			14	7	70	26	43	1,[illegible]
P. de' quattro grifoni pei pedoni (a Pietroburgo)	70 1/2	6 7/12	13	2	1	2	0	6	1,55	1,55	6	1,78	1,78	5/8	5/8			14	7	63	26	39	1,50
Ponte Egizio (a Pietroburgo)	180	18	12	6	2	3	0	6	4 poll. quadrati		2	7 poll. quadrati		1	1			28	35	170	84	566	6,70
P. sulla Senna a Parigi, la cui riparazione fu abbandonata	524	36	14,56	36	18	2	3	16 1/2	3	1 1/2	15	3	1 1/2	1 1/2	1 1/2			32	31	494	364	1425	3,914
P. di Sofia a Vienna pei pedoni	246	17	13,6	16	8	2	2	10	2	1	18	2 1/5	1 1/6	1	1			23	16	233	90	325,6[illegible]	3,608
P. sul Lahn presso Nassau	230 1/2	14 2/3	16	16	8	2	2	7 2/5	2 3/5	1	10	2 3/5	2	1	1			27	24	225	216	505,45	2,342

Terminando questa Memoria esporrò un riassunto delle massime che si devono considerare nei progetti dei ponti sospesi, le quali risultano dalla sperienze somministrate dai ponti già eseguiti: 1.° Se il farro è di buona qualità in modo che una barra la cui sezione sia un pollice inglese, resista ad un peso minore di 11276 chilogrammi (11 tonnellate) senz'allungarsi, nel calcolo si possono adottare 10160 chilogrammi (10 tonnellate). Bisogna sperimentare tutti i catenoni ed i sospensorj prima di servirsene.

2.° Per determinare la sezione di tutte la catene di sospensione bisogna anche calcolare il peso permanente e il passeggero, e dividere questa somma per 10160. Dal riparto del prodotto nel numero delle linee di catene che si pensa applicarvi, risulterà la sezione di ogni catena in pollici quadrati.

3.° Determinando la sezione di tutti i sospensorj fa duopo conoscere il carico permanente del corpo del ponte, e il carico passeggero, a divider 10160 per la somma. La fissazione del numero delle catene e della lunghezza di ogni catenona determinerà il numero dei sospensorj, il quale è da dividersi nella sezione totale per ricevere quella di un solo sospensorio. Secondo i migliori esempi non sorpasserà essa un pollice quadrato.

4.° I risultati di queste due massime debbono essere ingranditi secondo la grandezza dell'apertura del ponte, cioè secondo lo spazio fra il mezzo dei due sostegni e dei due rannodamenti di catene di sospensione con quelle di ritenzione; se p. e. quest'apertura oltrepassa 125 piedi, bisogna aumentare la sezione delle catene di sospensione sostituendo 9000 chilogrammi per ogni pollice quadrato, se l'apertura del ponte è di 600 piedi. Essi debbono essere più ingrossati se i venti soffiano impetuosi nelle vicinanze del ponte.

5.° Se la distanza fra due ranghi di catene e di sospensorj non oltrepassa i 12 piedi francesi, essa è quella che si dovrebbe fissare per la maggiore; e se il ponte non ha che questa lunghezza, e se l'apertura è di 100 piedi, si può limitare a due linee di catene ad ogni lato. Secondo la grandezza dell'apertura, s'aumenterà il numero delle catene. Prendendo per numero delle catene 6, 8 oppure 10, bisogna distribuirle in 3, 4 e 5 corpi o paja. La distribuzione dei corpi di catene in più grandi intervalli è di grandissimo vantaggio, perchè il peso permanente ed il passeggero sono allora distribuiti su molti punti di sostegno; tutte le linee di catene sono quasi del pari influenzate da questi carichi, ed è stabilito un equilibrio fra le catene di sospensione; sarà evitato ogni pericolo accadendo la rottura di una catena, e la riparaziona si eseguirà facilmente. Nei ponti ove l'intervallo di due ranghi di catene supera i 12 piedi, bisogna in ogni caso distribuire in più linee i corpi di catene, in cinque p. e. se la lunghezza è 35 piedi, ed allora fa duopo porre i due corpi o paja di catene esterne ad intervalli di 5 piedi soltanto, e questi intervalli sarebbero destinati per due marciapiedi. Il ponte di Pantaleimon a Pietroburgo ne offre un esempio. Quando s'impiegano tre corpi di catene distanti fra loro 9 ai 12 piedi, si potranno collocare i marciapiedi fuori dei due ranghi esterni di sospensorj come nel ponte Egizio di questa città; e quando s'impiegano quattro corpi di catene si collocheranno i due corpi intermedj alla distanza di 4 in 6 piedi, e gli altri a 12 piedi inglesi. Il ponte di Menai serve d'esempio. Questa distribuzione dei corpi di catene ad intervalli di 4 fino a 12 piedi, anche se ciascuno è composto di più linee di catene in senso orizzontale e in senso verticale, è una delle prime regole di cui ho esposte le ottime conseguenze nella mia Architettura civile.

6.° I catenoni nella catenaria, lunghi sei piedi, sono sempre preferibili a quelli di maggior lunghezza; perchè questi ultimi diminuiscono il numero dei sospensorj nella catenaria, e formano col loro rannodamento una specie di segmento d'un poligono, e non una curva continua. Diminuendo il numero dei sospensorj, i carichi attraversanti il ponte affaticheranno di più i sospensorj e le catene. Il ponte di Pantaleimon offre di ciò un buon esempio. I catenoni rotondi sono anche preferibili ai quadrati. Alle catene di ritenzione bisogna dare una sezione maggiore di quella della catenaria, e i catenoni che si approssimano all'origine delle catene di fermaglio od ai sostegni, devono avere le orecchie oblungate per sollevare l'adattamento di queste catene. — La lunghezza dei catenoni nei sospensorj può essere da 1 fino a 10 piedi e 1/2. La prima basta pei sospensorj di mezzo.

7.° Le commessure dei catenoni nel ponte Egizio, nel ponte di Pantaleimon a Pietroburgo, nel ponte di Tweed ed all'imbarco di Lyth in Inghilterra, come pure in quello destinato all'Isola Borbone, sono da preferirsi. — Bisogna dare alle selle del rannodamento delle catene una superficie convessa come nel ponte di Pantaleimon, e questa curva deve corrispondere alla direzione della catenaria ed a quella delle catene di ritenzione. Queste selle debbono pure essere curvate quando sono situate nelle casse mobili, come nei ponti di Conway e di Menai. Il senoverso della catenaria può avere coll'apertura il rapporto di 1 a 10 fino ad 1 a 20. Essa deve quasi toccare nel suo mezzo il corpo del ponte per evitare il traballamento. — Le catene di retenzione debbono fare un angolo colla catenaria di 120 gradi almeno per sollevare i sostegni. Queste ultime catene debbono formare una linea continua, e quando sono lunghissime, bisogna reggerle con un sostegno intermedio come si è fatto nei ponti di Menai e di Conway. Dove si rannodano la catenaria a le catene di ritenzione non bisogna mai collocare più anelli, ma un solo catenone di una grossezza doppia almeno degli altri. Con questo mezzo si eviteranno i ristauri del punto di rannodamento; e per facilitare un picciolo moto in questa parte, fa d'uopo posare questi catenoni sopra una lamina di piombo. Le casse mobili sono preferibili alle selle fisse, e quando non s'impiegano che due linee di catene in un corpo, il rannodamento delle catene per mezzo di una forte cavicchia è preferibile. Il ponte Egizio ne presenta l'esempio. Finalmente le linee delle catene situate l'una sopra l'altra, debbono essere unite da barre di ferro, figura 5, Tavola T.

8.° L'armatura delle catene di fermaglio dev'essere immota, il che puossi effettuare coi mezzi spiegati nella nostra descrizione dei ponti. Tutte le parti di ferro e di ghisa cha si aggrappano ad una murazione o ad uno scoglio, debbono essere munite di pezzi di flanella impregnati d'olio, o di un feltro impregnato di pece e di catrame. Fra due pezzi di ferro e di ghisa bisogna mettere questi brani per evitare la ruggine. Se due catene di fermaglio passassero per l'acqua o per un sotterraneo molto umido, bisogna chiuderle in un tubo di ghisa e riempirne gl'interstizj con cera e catrame per conservarle.

9.° Per evitare gli effetti periglosi che risulterebbero da un allungamento della catenaria, e per aumentare la stabilità del corpo del ponte, bisogna dare a quest'ultimo una curvatura la cui saetta stia all'apertura del ponte come 1 a 100 fino ad 1 a 30. La prima proporzione è ammissibile nei ponti esposti alle burrasche, perchè non si deve dare con

una grande concavità troppo presa ai venti impetuosi. Finalmente il corpo del ponte riceverà una grande stabilità dall' impiego dei puntelli fra i suoli tesi fortemente fra i travi d' appoggio, uniti coi suoli, o colle travi o somieri. Se si costruiscono ponti di picciole aperture, si raccomanda d' incastrare le travi curvate, sotto e sopra la via del ponte, nella muratura delle cosce. Questo mezzo aumenterà la stabilità del ponte e solleverà molto la catenaria.

10.° Il traballamento delle parti sospese sarebbe di molto diminuito se i sospensorj non toccassero nè le balaustrate nè i paconi del tavolato, e se le lunghe catene di ritenzione fossero munite di barre di tensione trasversali, le cui estremità inferiori si unissero alla muratura delle arcate collaterali o a quella delle sponde. Il ponte di Menai offre un esempio di quest' ultima disposizione. La prima deve osservarsi sempre. Bisogna poi unire i sostegni di ciascuna parte d' un ponte, largo più di 14 piedi, ad un corpo, per esempio a quello in murazione, con arcate come nei ponti di Menai, di Hammersmith, e quelli di ghisa con grandi e forti piastre di questo metallo, come nei ponti Egizio e di Pantaleimon. Non sia mai trascurata questa precauzione, che abbiamo trovata efficacissima. La negligenza di questa regola e la distribuzione d' una moltitudine di pesanti catene in due corpi soltanto ed a grande distanza, contribuirono alla nessuna riuscita di un gran ponte quasi terminato in una capitale di primo ordine.

11.° La conservazione del ferro e della ghisa dev' essere effettuata coll' impiego dell' olio bollente. Gl' ingegneri considerino queste proposizioni come risultamenti della teoria, e come dedotte da ricerche fatte sui ponti esistenti o intrapresi. Non incatenino però nè le loro cognizioni, nè il loro genio, ed avranno ancora un vasto campo alle variazioni dei progetti relativi alle località, ai materiali ed alla destinazione di queste specie di costruzioni (*).

(*) Ad ulteriore complemento di questa materia dovrebbesi far qualche cenno dei nuovi pensieri sui ponti di ghisa e sospesi dell' ingegnere Bruyere; ma sì per non uscire da certi limiti, anzi per non allungarmi di troppo, e sì perchè sono essi semplici pensamenti che non furono ancora giustificati dalla buona riuscita nell' esecuzione, li tralascierò. Soltanto farò osservare circa il libro ottavo di quest' opera ove l'autore parla dei diversi modi di coprire gli edifici, che le coperture di tegole foggiate espressamente, o di pezzi di pietra potrebbero, come usarono gli antichi, servire ad un modo ragionatissimo di decorazione, che sarebbe di effetto estremamente bello negli edifici di mediocre dimensione, come le barriere della città non fortificate, i piccioli tempj ed i varj fabbricati nei luoghi di delizie. Di tal modo era coperto il tempio di Diana Propilea, e la semplice ispezione della fig. A, Tav. 165 *bis.* basterà ad indicare come debbono regolarsi tali coperti.

FINE